

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Masahiko IBAMOTO

Serial No. : [Not yet assigned]

Filed : November 8, 2003

Title: Automatic Transmission System and Automobile Using the System

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. JP 2002-356124,  
filed in Japan on December 9, 2002, is hereby requested and the right of priority  
under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original  
foreign application.

Respectfully submitted,

December 8, 2003



James F. McKeown  
Registration No. 25,406  
Mark H. Neblett  
Registration No. 42,028

CROWELL & MORING, LLP  
P.O. Box 14300  
Washington, DC 20044-4300  
Telephone No.: (202) 624-2500  
Facsimile No.: (202) 628-8844  
JFM:MHN:rde

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月    9 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 5 6 1 2 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 5 6 1 2 4 ]

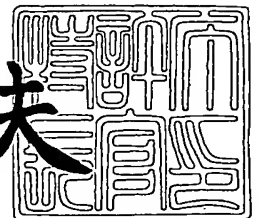
出      願                      人                      株式会社日立製作所  
Applicant(s):                      株式会社日立カーエンジニアリング



2 0 0 3 年 1 0 月 2 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1102019971

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F16H 61/02

【発明の名称】 自動変速システムおよび自動車

【請求項の数】 14

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地  
                        株式会社 日立製作所 自動車機器グループ内

    【氏名】 射場本 正彦

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市高場 2 4 7 7 番地  
                        株式会社 日立カーエンジニアリング内

    【氏名】 坂本 宏之

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地  
                        株式会社 日立製作所 自動車機器グループ内

    【氏名】 黒岩 弘

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【特許出願人】

    【識別番号】 000232999

    【氏名又は名称】 株式会社 日立カーエンジニアリング

【代理人】

    【識別番号】 100075096

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 作田 康夫

    【電話番号】 03-3212-1111

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自動変速システムおよび自動車

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関に接続された第 1 の入力軸と、  
該第 1 入力軸に設けられ、各々解放可能な第 1 の変速ギア列と、  
第 2 入力軸と、  
該第 2 入力軸に設けられ、各々解放可能な第 2 変速ギア列と、  
前記第 1 の変速ギア列および第 2 の変速ギア列の従動ギア列に共通的に接続された出力軸と、  
前記第 1 の入力軸と前記第 2 の入力軸との間に相対的にトルクを印加するモータと、  
該モータのトルクと回転数および前記第 1 第 2 の変速ギア列の締結／解放を制御する制御装置とを有する自動変速システム。

【請求項 2】

内燃機関に接続された第 1 の入力軸と、  
該第 1 の入力軸に設けられた第 1 の変速ギア列と、  
該第 1 の変速ギア列に結合する従動ギア列を設けた第 1 の出力軸と、  
第 2 の入力軸と、  
該第 2 の入力軸に設けられた第 2 の変速ギア列と、  
該第 2 の変速ギア列に結合する従動ギア列を設けた第 2 の出力軸と、  
前記第 1 の出力軸に設けられた第 1 の終段ドライブギアと、  
前記第 2 の出力軸に設けられた第 2 の終段ドライブギアと、  
前記第 1 および第 2 の終段ドライブギアに共通的に噛み合う終段ドリブンギアと、  
前記第 1 の入力軸と前記第 2 の入力軸との間に相対的にトルクを印加するモータと、  
該モータのトルクと回転数および前記第 1 第 2 の変速ギア列の締結／解放を制御する制御装置とを有する自動変速システム。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の自動変速システムであって、

前記第 2 の出力軸に設けられ、前記終段ドリブンギアに噛み合う第 2 の終段ドライブギアは、前記第 1 の終段ドライブギアよりもギア比が小さい自動変速システム。

**【請求項 4】**

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の自動変速システムであって、

前記第 1 の入力軸と前記第 2 の入力軸との間に差動歯車を有し、

該差動歯車の第 3 軸に前記モータが接続されている自動変速システム。

**【請求項 5】**

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の自動変速システムであって、

遊星歯車を有し、

該遊星歯車の第 1 軸が前記第 1 の入力軸に接続され、

該遊星歯車の第 2 軸が前記第 2 の入力軸に接続され、

該遊星歯車の第 3 軸が前記モータに接続されている自動変速システム。

**【請求項 6】**

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の自動変速システムであって、

前記第 2 の変速ギア列のギア比が、前記第 1 の変速ギア列のギア比の中間段をなすように設定されている自動変速システム。

**【請求項 7】**

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の自動変速システムであって、

前記制御装置は、

前記第 1 の変速ギア列の中の第 1 の変速ギアにより駆動中に、前記第 2 の変速ギア列の中の第 2 の変速ギアを締結し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを増加することにより、前記第 1 の変速ギアの伝達トルクを低減し、

前記第 1 の変速ギアの伝達トルクがほぼ 0 になったところで前記第 1 の変速ギアを解放し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを保持しながら、前記第 1 の入力軸

回転数を前記第 1 の変速ギア列の中の第 3 の変速ギアの回転数に漸近させ、

前記第 1 の入力軸と前記第 3 の変速ギアの回転数が同期したところで、前記第 3 の変速ギアを第 1 の入力軸に締結すると共に、前記モータの発生トルクを 0 にして前記第 2 の変速ギアを解放する自動変速システム。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の自動変速システムであって、

前記第 1 の変速ギア列の中の第 1 の変速ギアにより駆動中に、前記第 2 の変速ギア列の中の第 2 の変速ギアを締結し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを増加することにより、前記第 1 の変速ギアの伝達トルクを低減し、

前記第 1 の変速ギアの伝達トルクがほぼ 0 になったところで前記第 1 の変速ギアを解放し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを保持しながら、前記第 1 の入力軸回転数を前記第 1 の変速ギア列の中の第 3 の変速ギアの回転数に漸近させ、

前記第 1 の入力軸と前記第 3 の変速ギアの回転数が同期したところで、前記第 3 の変速ギアを第 1 の入力軸に締結すると共に、前記モータの発生トルクを 0 にして前記第 2 の変速ギアを解放する自動変速システム。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の自動変速システムであって、

前記第 1 の変速ギア列の中の第 1 の変速ギアにより駆動中に、前記第 2 の変速ギア列の中の第 2 の変速ギアを締結し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを増加することにより、前記第 1 の変速ギアの伝達トルクを低減し、

前記第 1 の変速ギアの伝達トルクがほぼ 0 になったところで前記第 1 の変速ギアを解放し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを保持しながら、前記第 1 の入力軸回転数を車速に応じて連続的に変化させて走行し、

前記第 1 の入力軸回転数が前記第 1 の変速ギア列の中の第 3 の変速ギアの回転数に同期したところで、前記第 3 の変速ギアを第 1 の入力軸に締結すると共に、

前記モータの発生トルクを 0 にして前記第 2 の変速ギアを解放する自動変速システム。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の自動変速システムであって、

前記第 1 の変速ギア列の中の第 1 の変速ギアにより駆動中に、前記第 2 の変速ギア列の中の第 2 の変速ギアを締結し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを増加することにより、前記第 1 の変速ギアの伝達トルクを低減し、

前記第 1 の変速ギアの伝達トルクがほぼ 0 になったところで前記第 1 の変速ギアを解放し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを保持しながら、前記第 1 の入力軸回転数を前記第 2 の変速ギア列の中の第 2 の変速ギアの回転数付近に保持させて走行し、

変速を終了する場合には前記第 1 の入力軸回転数を前記第 1 の変速ギア列の中の第 3 の変速ギアの回転数に漸近させ、

前記第 1 の入力軸と前記第 3 の変速ギアの回転数が同期したところで、前記第 3 の変速ギアを第 1 の入力軸に締結すると共に、前記モータの発生トルクを 0 にして前記第 2 の変速ギアを解放する自動変速システム。

【請求項 11】

内燃機関と、自動変速機と、前記内燃機関と前記自動変速機とを制御する制御装置とを有する自動車であって、

前記自動変速機は、

前記内燃機関に接続された第 1 の入力軸と、

該第 1 の入力軸に設けられ、各々解放可能な第 1 の変速ギア列と、

第 2 の入力軸と、

該第 2 の入力軸に設けられ、各々解放可能な第 2 の変速ギア列と、

前記第 1 の変速ギア列および第 2 の変速ギア列の従動ギア列に共通的に接続された出力軸と、

前記第 1 の入力軸と前記第 2 の入力軸との間に相対的にトルクを印加するモー



タと、を有し、

前記制御装置は、

前記第 1 の変速ギア列の中の第 1 の変速ギアにより駆動中に、前記第 2 の変速ギア列の中の第 2 の変速ギアを締結し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを増加することにより、前記第 1 の変速ギアの伝達トルクを低減し、

前記第 1 の変速ギアの伝達トルクがほぼ 0 になったところで前記第 1 の変速ギアを解放し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを保持しながら、前記第 1 の入力軸回転数を前記第 1 の変速ギア列の中の第 3 の変速ギアの回転数に漸近させ、

前記第 1 の入力軸と前記第 3 の変速ギアの回転数が同期したところで、前記第 3 の変速ギアを第 1 の入力軸に締結すると共に、前記モータの発生トルクを 0 にして前記第 2 の変速ギアを解放する自動車。

#### 【請求項 12】

内燃機関と、自動変速機と、前記内燃機関と前記自動変速機とを制御する制御装置とを有する自動車であって、

前記自動変速機は、

前記内燃機関に接続された第 1 の入力軸と、

該第 1 の入力軸に設けられた第 1 の変速ギア列と、

該第 1 の変速ギア列に結合する従動ギア列を設けた第 1 の出力軸と、

第 2 の入力軸と、

該第 2 の入力軸に設けられた第 2 の変速ギア列と、

該第 2 の変速ギア列に結合する従動ギア列を設けた第 2 の出力軸と、

前記第 1 の変速ギア列および第 2 の変速ギア列に結合する従動ギア列を設けた出力軸と、

前記第 1 の出力軸に設けられた第 1 の終段ドライブギアと、

前記第 2 の出力軸に設けられた第 2 の終段ドライブギアと、

前記第 1 および第 2 の終段ドライブギアに共通的に噛み合う終段ドリブンギアと、

前記第 1 の入力軸と前記第 2 の入力軸との間に相対的にトルクを印加するモータと、を有し、

前記制御装置は、

前記第 1 の変速ギア列の中の第 1 の変速ギアにより駆動中に、前記第 2 の変速ギア列の中の第 2 の変速ギア（又は対応する第 2 の従動ギア）を締結し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを増加することにより、前記第 1 の変速ギアの伝達トルクを低減し、

前記第 1 の変速ギアの伝達トルクがほぼ 0 になったところで前記第 1 の変速ギアを解放し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを保持しながら、前記第 1 の入力軸回転数を前記第 1 の変速ギア列の中の第 3 の変速ギアの回転数に漸近させ、

前記第 1 の入力軸と前記第 3 の変速ギアの回転数が同期したところで、前記第 3 の変速ギアを第 1 の入力軸に（又は対応する第 3 の従動ギアを第 1 の出力軸に）締結すると共に、前記モータの発生トルクを 0 にして前記第 2 の変速ギアを解放する自動車。

### 【請求項 13】

内燃機関に接続された第 1 の入力軸、

該第 1 の入力軸に設けられ、各々解放可能な第 1 の変速ギア列、

第 2 の入力軸、

該第 2 の入力軸に設けられ、各々解放可能な第 2 の変速ギア列、

前記第 1 の変速ギア列および第 2 の変速ギア列の従動ギア列に共通的に接続された出力軸、

前記第 1 の入力軸と前記第 2 の入力軸との間に相対的にトルクを印加するモータ、よりなる自動変速システムであって、

前記第 1 の変速ギア列の中の第 1 の変速ギアにより駆動中に、前記第 2 の変速ギア列の中の第 2 の変速ギアを締結し、

前記モータにより前記第 2 の入力軸トルクを増加することにより、前記第 1 の変速ギアの伝達トルクを低減し、

前記第 1 の変速ギアの伝達トルクがほぼ 0 になったところで前記第 1 の変速ギ

アを解放し、

前記モータにより前記第2の入力軸トルクを保持しながら、前記第1の入力軸回転数を前記第1の変速ギア列の中の第3の変速ギアの回転数に漸近させ、

前記第1の入力軸と前記第3の変速ギアの回転数が同期したところで、前記第3の変速ギアを第1の入力軸に締結すると共に、前記モータの発生トルクを0にして前記第2の変速ギアを解放する自動変速システム。

【請求項14】

内燃機関に接続された第1の入力軸、

該第1の入力軸に設けられた第1の変速ギア列、

該第1の変速ギア列に結合する従動ギア列を設けた第1の出力軸、

第2の入力軸、

該第2の入力軸に設けられた第2の変速ギア列、

該第2の変速ギア列に結合する従動ギア列を設けた第2の出力軸、

前記第1の変速ギア列および第2の変速ギア列に結合する従動ギア列を設けた出力軸、

前記第1の出力軸に設けられた第1の終段ドライブギア、

前記第2の出力軸に設けられた第2の終段ドライブギア、

前記第1および第2の終段ドライブギアに共通的に噛み合う終段ドリブンギア

前記第1の入力軸と前記第2の入力軸との間に相対的にトルクを印加するモータ、よりなる自動変速システムであって、

前記第1の変速ギア列の中の第1の変速ギアにより駆動中に、前記第2の変速ギア列の中の第2の変速ギア（又は対応する第2の従動ギア）を締結し、

前記モータにより前記第2の入力軸トルクを増加することにより、前記第1の変速ギアの伝達トルクを低減し、

前記第1の変速ギアの伝達トルクがほぼ0になったところで前記第1の変速ギアを解放し、

前記モータにより前記第2の入力軸トルクを保持しながら、前記第1の入力軸回転数を前記第1の変速ギア列の中の第3の変速ギアの回転数に漸近させ、

前記第1の入力軸と前記第3の変速ギアの回転数が同期したところで、前記第

3の変速ギアを第1の入力軸に(又は対応する第3の従動ギアを第1の出力軸に)締結すると共に、前記モータの発生トルクを0にして前記第2の変速ギアを解放する自動変速システム。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は自動変速機、自動変速機の制御装置、自動変速機の制御方法、自動変速システム、及びそれを用いた自動車に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

従来の自動変速機は遊星歯車式あるいは平行軸式変速機構が用いられ、変速比の異なるギア段に個別に設けられたクラッチを選択的に締結して変速する方法が一般的である(例えば特許文献1参照)。

**【0003】**

**【特許文献1】**

特開平10-89456号公報

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】**

上記従来技術を解析した結果は以下の通りである。この解析結果は従来技術をそのまま述べたものではなく、あくまで解析結果である。

**【0005】**

シフトアップする場合は、次段クラッチを締結開始して部分締結状態でトルク伝達力を次第に増していくと、前段クラッチの伝達トルクが次第に減少するいわゆるトルクフェーズのトルク遷移が起こり、全トルクが次段クラッチに遷移した時に前段クラッチを解放すると、エンジン回転数が次段ギアの入力回転数に向けて減少するいわゆるイナーシャフェーズの回転数遷移が起こる。

**【0006】**

シフトダウンする場合は、次段クラッチの伝達トルクを増加させても、エネルギーポテンシャルの低いハイギアからエネルギーポテンシャルの高いローギアへのト

トルク遷移を行うことは原理的にできないので、初めに前段クラッチを滑らせてエンジン回転数を上昇させる回転数遷移を行い、次段クラッチが同期したところでクラッチを掛け変えてトルク遷移を行う。

#### 【0007】

このように従来の変速制御においては、クラッチの摩擦制御によりトルクフェーズにおけるトルク遷移や、イナーシャフェーズにおける慣性エネルギーの放出を行っていた。しかしこの方法ではクラッチ板の摩擦による損傷が生じて寿命が短くなるという不都合があった。またこの方法によればトルク伝達力の加減を摩擦力の調整によって行うが、摩擦力は滑り速度に対して負性抵抗特性を有しているので、トルク伝達力を所定の値に安定して制御することは極めて難しく、ジャダが発生して変速ショックを生じたり、ひどい場合にはクラッチ板が波状に摩耗して損傷することさえあった。

#### 【0008】

特にアクセルペダルを踏み込んで加速しようとするときのダウンシフトにおいては、原理的に初めにトルク遷移を行うことができないので、仕方なく回転数合わせを先に行って低速段のクラッチを接続してからトルク遷移を行うため、踏み込んでからトルクが出てくるまでの応答が遅く、かつトルク遷移が急激に生じるのでショックが大きく運転性が悪い。

#### 【0009】

本発明の目的はかかる不都合をなくし、摩擦に頼らない滑らかで応答性のよい変速制御を行いながら、電動走行および回生制動も可能にする自動車用変速制御システムを提供することである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、内燃機関の動力を第1の変速ギアを介して駆動軸に伝達する第1の動力伝達経路と、前記内燃機関の動力を前記第1の変速ギアとは変速比の異なる第2の変速ギアを介して駆動軸に伝達する第2の動力伝達経路と、第1の動力伝達経路および前記第2の動力伝達経路の軸間に、それぞれ相対的にトルクを伝達するモータとを設け、変速時のトルク遷移をモータの発生トルクにより、またイ

ナーシャフェーズの回転数遷移をモータの回転数制御により行うことで、クラッチの摩擦制御に頼らない滑らかで応答性のよい変速制御を行うものである。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

図1は本発明の第1の実施形態を示す構成図である。自動車のエンジン1には変速機2が接続され、その出力軸3はデファレンシャルギアを介してタイヤ4を駆動する。変速機2の中にはモータ5が内蔵されている。該モータ5にはモータ制御装置7が接続され、該モータ制御装置7の電源としてバッテリー6が搭載されている。

#### 【0012】

エンジン1には電子制御スロットル弁10が設けられており要求信号でエンジン出力を制御することが出来る。

#### 【0013】

変速制御装置8はモータ制御装置7を介してモータ5のトルクや回転数を制御すると共に、エンジン制御装置9および電子制御スロットル弁10を介してエンジン1の出力を制御する。また後述するシフトアクチュエータ21～23, 35～37に対して動作を指令する。

#### 【0014】

図2に変速機2の構成を示す。エンジン1の出力軸はシャフト11に接続されている。

#### 【0015】

シャフト11には1速ギア12, 2速ギア13, 3速ギア14, 4速ギア15, 5速ギア16および後退ギア17が回転自在に取り付けられている。変速ギア12, 13, 14, 15, 16, 17には噛合いクラッチ18, 19, 20が付いており、いずれかの変速ギアをシャフト11に結合するようになっている。

#### 【0016】

これらの変速ギア12, 13, 14, 15, 16, 17に噛み合っている各段の従動ギアは、出力軸3上に配置されている。

#### 【0017】

本実施形態においてはさらに第2のシャフト25を設けている。該シャフト8には0.5速ギア26, 1.5速ギア27, 2.5速ギア28, 3.5速ギア29, 4.5速ギア30および後退ギア31が回転自在に取り付けられている。変速ギア26, 27, 28, 29, 30, 31には噛合いクラッチ32, 33, 34が付いており、変速ギア26, 27, 28, 29, 30, 31をシャフト25に結合するようになっている。

#### 【0018】

これらの変速ギア12, 13, 14, 15, 16, 17に噛み合っている各段の従動ギアは、出力軸3上に配置されている。

#### 【0019】

これらの噛合いクラッチ18, 19, 20, 32, 33, 34はそれぞれシフトフォークにより目的のギアの方にスライドして噛み合い、シフトフォークはシフトアクチュエータ21~23, 35~37により駆動される。

#### 【0020】

シフトアクチュエータは各噛合いクラッチを個別に駆動しても良いし、切換リンク機構により目的のシフトフォークを選択して1個のシフトアクチュエータによりスライドさせても良い。

#### 【0021】

本実施形態においてはシャフト11と25の間にモータ5を接続し、モータ5の発生トルクをシャフト11, 25に相対的に加えるのが特徴である。傘歯車を用いてモータのロータとステータを各々シャフト11と25に接続している。

#### 【0022】

図3にモータ制御系を示す。モータ5は例えば永久磁石同期電動機であり、モータ制御装置7により3相交流U、V、Wを供給される。モータ制御装置7のインバータの各相アームには高速スイッチング素子39が設けられ、バッテリー6の直流電圧を可変周波数の3相交流に変換する。インバータ制御装置38は、変速制御装置8からのトルク指令および回転数指令を受けてインバータの通流率を制御すると共に、各アームの電流センサ40の出力および回転子の角度検出用位置センサ41の出力をフィードバックして、モータ5のトルクと回転数を指令通り

になるように制御する。このような制御はパワーエレクトロニクスの分野で公知の技術であるので詳しい説明は省略する。

#### 【0023】

図4にモータのトルクと回転数の関係を示す。モータ制御装置7によりいわゆる4象限制御される。

#### 【0024】

以下の説明においてモータトルクの向きは、図2のモータの上向きトルクすなわちエンジントルクを助ける方向を正とする。

#### 【0025】

エンジントルクで加速しながらアップシフトするいわゆるパワーオンアップシフトの場合、トルクフェーズでモータトルクを発生させると、動作点はA点からB点に移動し、さらにイナーシャフェーズでC点に、変速終了時にはD点に移動する。

#### 【0026】

エンジントルクを出していないながら坂道に掛かって減速するためにダウンシフトするいわゆるパワーオンダウンシフトの場合は、変速前にはシャフト11の回転数 $N_1$ の方がシャフト25の回転数 $N_2$ より大きいので差の回転数は負の値であり、動作点は図4のD点からスタートして、トルクフェーズでC点に、イナーシャフェーズでB点に移動し、A点で変速を終了する。

#### 【0027】

走行中にアクセルペダルを戻したときに生じるアップシフトいわゆる足戻しアップシフトの場合、動作点はA点からスタートするが、エンジンブレーキになるのでトルクの向きが逆であり、トルクフェーズで動作点はA点からF点に移動し、さらにイナーシャフェーズでE点に、変速終了時にはD点に移動する。

#### 【0028】

高速走行からエンジンブレーキによる車速の低下に伴ってダウンシフトするいわゆるコーストダウンの場合には、動作点は図4のD点からスタートするが、トルクの向きが逆であるのでトルクフェーズでE点に、さらにイナーシャフェーズでF点に移動し、A点で変速を終了する。



## 【0029】

なお、ここでモータとは回転電機であり、このような4象限制御を行うことができるものであれば、モータの種類は永久磁石同期電動機に限られたものではなく誘導電動機や直流電動機であってもよいことは言うまでもない。

## 【0030】

このモータを使って変速制御を行う方法について説明する。モータトルク  $T_m$  はエンジントルク  $T_e$  以上の値を発生可能であるとする。シャフト11に結合した変速ギアのギア比を  $G(1軸)$ 、シャフト25に結合した変速ギアのギア比を  $G(2軸)$  とし、シャフト11のトルクを  $T_1$ 、シャフト25のトルクを  $T_2$  とすると、変速機出力軸3のトルク  $T_o$  は(式1)で表される。

$$T_o = G(1軸) \times T_1 + G(2軸) \times T_2 \quad \dots (式1)$$

モータ5のトルクがシャフト11を付勢する方向を正とすると下式が成り立つ。

$$T_1 = T_e + T_m \quad \dots (式2)$$

$$T_2 = -T_m \quad \dots (式3)$$

(式2)、(式3)を(式1)に代入して出力軸トルク  $T_o$  を求めると下式が得られる。

$$T_o = G(1軸) \times T_e + [G(1軸) - G(2軸)] \times T_m \quad \dots (式4)$$

## 【0031】

図5はアップシフトにおける制御システムのフローチャートである。1→2パワーオンアップシフトを例に、ギアの切換状況とトルク遷移の状況を示す。図6にトルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を図5のStepに対応させて示す。図7に各部のトルクと回転数のタイムチャートを示す。

## 【0032】

1速ギアが結合して走行中に、Step1でモータ回転数を制御してStep2で1.5速ギアの同期状態を判定するまでモータ回転数を変化させる。

## 【0033】

Step3で1.5速ギア27を結合すると、モータ5は  $(N_1 - N_2)$  の回転数で空回りする。

## 【0034】

アップシフトの場合、変速直前にはモータの動作点は図4のA点にある。すなわち

$$N2 = G1.5 \times N0 \quad \dots (式5)$$

$$N1 = G1 \times N0 \quad \dots (式6)$$

であるから  $N1 > N2$  であり、 $(N1 - N2)$  は正の値である。ここで  $G1.5$  は1.5速ギアのギア比、 $G1$  は1速ギアのギア比である。

## 【0035】

Step4で負の方向（出力軸に対しては駆動力となりエンジンに対しては負荷となる方向）にモータトルクを増加すると、1.5速ギアの入力トルクが増加し、1速ギアの入力トルクが減少する。これはトルクフェーズと呼ばれるトルク遷移過程である。

## 【0036】

シャフト11からシャフト25へのトルク遷移であり、モータトルク  $T_m$  を負の値にするので、モータ動作点は図4のB点へ移動する。このとき（式3）により1.5速ギア27の入力トルク  $T2$  が増加し、（式2）により1速ギア12の入力トルク  $T1$  が減少し、B点において  $T_m = -T_e$  に達すると  $T1 = 0$ 、 $T2 = T_e$  となる。

## 【0037】

Step5で変速制御装置8はトルクフェーズの終了判定を行う。1速ギア12の入力トルクが0になったことを判定するものであるが、ギアの入力トルクを直接検出することが出来ない場合が多いので、モータの実トルクがエンジントルクの絶対値と等しくなったとき（ $T_m = |T_e|$ ）にギアの入力トルク=0と看做することができる。このためにはエンジントルク  $T_e$  を検出あるいは計算によって求めておく必要があるが、その具体的方法は例えば本出願人によって出願された特開平5-240073号、特開平6-317242号等に示したのでここでは省略する。

## 【0038】

Step6で変速制御装置8がシフトアクチュエータ21を動作させて1速ギア

12を解放する。 $T_1 = 0$ の状態であるから容易に解放でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

【0039】

1速ギアが解放されるとエンジン回転数は変化できるようになる。

【0040】

Step7で変速制御装置8がモータ回転数変化指令を発生すると、エンジン回転数が2速ギアの入力回転数に向かって変化する。これはイナーシャフェーズと呼ばれる回転数遷移過程である。

【0041】

1→2アップシフトの場合、 $T_m = -T_e$ に保ったままモータ回転数を低減すると、シャフト11の回転数が下がり、G点で回転方向が反転してC点まで負の方向に上昇する。

【0042】

Step8で変速制御装置8はイナーシャフェーズ終了判定を行うが、エンジン回転数が次段ギアの入力回転数に同期したことにより判定する。

【0043】

Step9で変速制御装置8がシフトアクチュエータ21を動作させて2速ギア13の噛合いクラッチを締結する。同期状態であるから容易に締結でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

【0044】

Step10で変速制御装置8がモータトルク低減指令を発生して、モータトルクを0にすると、モータ5を介して1.5速ギア27に伝達していたエンジントルク $T_e$ が、2速ギア13に移動する。このとき図4のモータ動作点はC点からD点に移動する。

【0045】

Step11で変速制御装置8はモータトルク $T_m = 0$ になったことにより第2トルクフェーズの終了を判定する。

【0046】

Step12で変速制御装置8がシフトアクチュエータ35を動作させ、1.5速

ギア 27 を解放して変速を終了する。 $T_m = 0$  の状態であるから容易に解放でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

**【0047】**

足戻しアップシフトの場合も図 5 のアルゴリズムがそのまま使える。図 8 にトルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を図 5 の Step に対応させて示す。

**【0048】**

図 9 に各部のトルクと回転数のタイムチャートを示す。

**【0049】**

Step 1 から Step 3 はパワーオンアップシフトと全く同じである。

**【0050】**

Step 4 で正の方向(出力軸に対しては制動力となりエンジン出力を助ける方向)にモータトルクを増加すると、1.5 速ギアの負のトルクが増加し、1 速ギアの負のトルクが減少する。これはトルクフェーズと呼ばれるトルク遷移過程である。モータ動作点は図 4 の A 点から F 点へ移動する。

**【0051】**

シャフト 11 からシャフト 25 へのトルク遷移であり、モータトルク  $T_m$  を負の値にするので、このとき(式 3)により 1.5 速ギア 27 の入力トルク  $T_2$  が増加し、(式 2)により 1 速ギア 12 の入力トルク  $T_1$  が減少し、F 点において  $T_m = -T_e$  に達すると  $T_1 = 0$ ,  $T_2 = T_e$  となる。

**【0052】**

Step 5 で変速制御装置 8 はトルクフェーズの終了判定を行う。

**【0053】**

Step 6 でシフトアクチュエータ 21 を動作させて 1 速ギア 12 を解放する。 $T_1 = 0$  の状態であるから容易に解放でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

**【0054】**

1 速ギアが解放されるとエンジン回転数は変化できるようになる。

**【0055】**

Step 7 でモータ回転数変化指令を発生すると、エンジン回転数が 2 速ギアの入力回転数に向かって変化する。これはイナーシャフェーズと呼ばれる回転数遷移過程である。

【0056】

1 → 2 足離しアップシフトの場合モータ回転数を低減すると、シャフト 11 の回転数が下がり、H 点で回転方向が反転して E 点まで負の方向に上昇する。

【0057】

Step 8 で変速制御装置 8 はイナーシャフェーズ終了判定を行うが、エンジン回転数が次段ギアの入力回転数に同期したことにより判定する。

【0058】

Step 9 でシフトアクチュエータ 21 を動作させて 2 速ギア 13 の噛合いクラッチを締結する。同期状態であるから容易に締結でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

【0059】

Step 10 でモータトルク低減指令を発生して、モータトルクを 0 にすると、モータ 5 を介して 1.5 速ギア 27 に伝達していたエンジントルク  $T_e$  が、2 速ギア 13 に移動する。このとき図 4 のモータ動作点は E 点から D 点に移動する。

【0060】

Step 11 でモータトルク  $T_m = 0$  になったことにより第 2 トルクフェーズの終了を判定する。

【0061】

Step 12 でシフトアクチュエータ 35 を動作させ、1.5 速ギア 27 を解放して変速を終了する。 $T_m = 0$  の状態であるから容易に解放でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

【0062】

以上から分かる通り図 7 に比べてトルクの向きが逆になっているだけであり、回転数の関係は全く同じである。

【0063】

ダウンシフトも同じ手順で制御することが出来、図 10 にダウンシフトにおけ

る制御システムのフローチャートを示す。図 11 に 2 → 1 踏み込みダウンシフトを例に、トルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を示す。図 12 に各部のトルクと回転数のタイムチャートを示す。ダウンシフトの動作はアップシフトの動作を、回転数の方向を対称的に変化させたものである。

#### 【0064】

2 速ギアが結合して走行中に、Step 1 でモータ回転数を制御して Step 2 で 1.5 速ギアの同期状態を判定するまでモータ回転数を変化させる。

#### 【0065】

Step 3 で 1.5 速ギア 27 を結合すると、モータ 5 は  $(N1 - N2)$  の回転数で空回りする。

#### 【0066】

ダウンシフトの場合、変速直前にはモータの動作点は図 4 の D 点にある。すなわち

$$N2 = G1.5 \times N0 \quad \dots (式7)$$

$$N1 = G2 \times N0 \quad \dots (式8)$$

であるから  $N1 < N2$  であり、 $(N1 - N2)$  は負の値である。

#### 【0067】

Step 4 で負の方向（出力軸に対しては駆動力となりエンジンに対しては負荷となる方向）にモータトルクを増加すると、1.5 速ギアの入力トルクが増加し、2 速ギアの入力トルクが減少する。これはトルクフェーズと呼ばれるトルク遷移過程である。

#### 【0068】

シャフト 11 からシャフト 25 へのトルク遷移であるから、モータトルクを負の方向に増加させることになり、モータ動作点は図 4 の D 点から C 点へ移動する。このとき(式 3) により 1.5 速ギア 27 の入力トルク  $T2$  が増加し、(式 2) により 2 速ギア 13 の入力トルク  $T1$  が減少し、C 点において  $Tm = -Te$  に達すると  $T1 = 0$ ,  $T2 = Te$  となる。

#### 【0069】

Step 5 で変速制御装置 8 はトルクフェーズの終了判定を行う。2 速ギア 13 の

入力トルクが0になったことを判定するものであるが、ギアの入力トルクを直接検出することが出来ない場合には、モータの実トルクがエンジントルクの絶対値と等しくなったこと ( $T_m = |T_e|$ ) により判断できる。

#### 【0070】

Step6で変速制御装置8がシフトアクチュエータ21を動作させて2速ギア13を解放する。 $T_1 = 0$ の状態であるから容易に解放でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

#### 【0071】

2速ギアが解放されるとエンジン回転数は変化できるようになる。

#### 【0072】

Step7で変速制御装置8がモータ回転数変化指令を発生すると、エンジン回転数が1速ギアの入力回転数に向かって変化する。これはイナーシャフェーズと呼ばれる回転数遷移過程である。

#### 【0073】

2→1ダウンシフトの場合、 $T_m = -T_e$ に保ったままモータ回転数を増加すると、シャフト11の回転数が上がり、G点で回転方向が反転してB点まで正の方向に上昇する。

#### 【0074】

Step8で変速制御装置8はイナーシャフェーズ終了判定を行うが、エンジン回転数が次段ギアの入力回転数に同期したことにより判定する。

#### 【0075】

Step9で変速制御装置8がシフトアクチュエータ21を動作させて1速ギア12の噛合いクラッチを締結する。同期状態であるから容易に締結でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

#### 【0076】

Step10で変速制御装置8がモータトルク低減指令を発生して、モータトルクを0にすると、モータ5を介して1.5速ギア27に伝達していたエンジントルク $T_e$ が、1速ギア12に移動する。このとき図4のモータ動作点はB点からA点に移動する。

## 【0077】

Step 11で変速制御装置 8はモータトルク  $T_m = 0$  になったことにより第2トルクフェーズの終了を判定する。

## 【0078】

Step 12で変速制御装置 8がシフトアクチュエータ 35を動作させ、1.5 速ギア 27を解放して変速を終了する。 $T_m = 0$ の状態であるから容易に解放でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

## 【0079】

コーストダウンシフトの場合も図 10のアルゴリズムがそのまま使える。図 13にトルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を図 10のStepに対応させて示す。

## 【0080】

図 14に各部のトルクと回転数のタイムチャートを示す。

## 【0081】

Step 1からStep 3は踏み込みダウンシフトと全く同じである。

## 【0082】

Step 4で正の方向(出力軸に対しては制動力となりエンジン出力を助ける方向)にモータトルクを増加すると、1.5 速ギアの負のトルクが増加し、2 速ギアの負のトルクが減少する。これはトルクフェーズと呼ばれるトルク遷移過程である。モータ動作点は図 4のD点からC点へ移動する。

## 【0083】

シャフト 11からシャフト 25へのトルク遷移であり、モータトルク  $T_m$ を負の値にするので、このとき(式 3)により1.5 速ギア 27の入力トルク  $T_2$ が増加し、(式 2)により2 速ギア 13の入力トルク  $T_1$ が減少し、E点において  $T_m = -T_e$ に達すると  $T_1 = 0$ ,  $T_2 = T_e$ となる。

## 【0084】

Step 5で変速制御装置 8はトルクフェーズの終了判定を行う。

## 【0085】

Step 6でシフトアクチュエータ 21を動作させて2 速ギア 13を解放する。



$T_1 = 0$  の状態であるから容易に解放でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

【0086】

2 速ギアが解放されるとエンジン回転数は変化できるようになる。

【0087】

Step 7 でモータ回転数変化指令を発生すると、エンジン回転数が 1 速ギアの入力回転数に向かって変化する。これはイナーシャフェーズと呼ばれる回転数遷移過程である。

【0088】

2 → 1 コーストダウンシフトの場合モータ回転数を増加すると、シャフト 11 の回転数が上がり、H 点で回転方向が反転して F 点まで正の方向に上昇する。

【0089】

Step 8 で変速制御装置 8 はイナーシャフェーズ終了判定を行うが、エンジン回転数が次段ギアの入力回転数に同期したことにより判定する。

【0090】

Step 9 でシフトアクチュエータ 21 を動作させて 1 速ギア 12 の噛合いクラッチを締結する。同期状態であるから容易に締結でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

【0091】

Step 10 でモータトルク低減指令を発生して、モータトルクを 0 にすると、モータ 5 を介して 1.5 速ギア 27 に伝達していたエンジントルク  $T_e$  が、1 速ギア 12 に移動する。このとき図 4 のモータ動作点は F 点から A 点に移動する。

【0092】

Step 11 でモータトルク  $T_m = 0$  になったことにより第 2 トルクフェーズの終了を判定する。

【0093】

Step 12 でシフトアクチュエータ 35 を動作させ、1.5 速ギア 27 を解放して変速を終了する。 $T_m = 0$  の状態であるから容易に解放でき、変速機の動作には何の変化も生じない。

## 【0094】

以上から分かる通り図12に比べてトルクの向きが逆になっているだけであり、回転数の関係は全く同じである。

## 【0095】

図5から図14は隣の変速段への変速方法を例に説明したが、本方式によれば飛び越し変速も可能である。図15は4→2踏み込みダウンシフトの場合を例に、トルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を示したものである。変速先のギア段が2速と4速のように離れていても、間にある中間段ギア（この場合は2.5速）を用いると、隣の変速段への変速と全く同様に変速出来ることが分かる。トルクと回転数のタイムチャートは、用いるギアが異なるだけで図12と全く同じ波形となる。

## 【0096】

従来の例えばツインクラッチ変速機などでは、飛び越し変速のときはパワーオンシフトすることが出来ないためトルク中断して変速するしかなかったが、本方式によれば完全な方法で変速できるので、運転性が向上する。

## 【0097】

本実施形態の方法によると下記のように大きな効果が得られる。

## 【0098】

変速時に必要なモータ出力は、図4のB点あるいはC点で動作するときが最大で、

$$P_m = |N_1 - N_2| \times T_e \quad \dots (式9)$$

で表される。

## 【0099】

変速に必要なエネルギーは図4の（点A B C Dで囲まれた面積）×時間で表されるが、原点とA点、B点、G点で囲まれる面積で表される部分は第4象限にあるので、回生領域でありバッテリーに充電され、原点とD点、C点、G点で囲まれる面積で表される部分は第3象限にあるので、バッテリーから供給される。すなわちパワーオンアップシフトの場合は変速の前半ではバッテリーは充電され、後半ではバッテリーは放電することになる。踏み込みダウンシフトの場合は反対に、変速の

前半ではバッテリーから放電され、後半ではバッテリーに充電されることになる。足戻しアップシフトおよびコーストダウンシフトの場合には第1象限と第2象限で動作するが、同様に一変速中に充電と放電が行われる。このように1回の変速が終わるとバッテリーは元の状態に戻るの、変速に必要なバッテリー容量は、面積  $ABG0$  のエネルギーを充放電できるだけあればよいことになる。

#### 【0100】

従来の類似の電動変速方式では、全体の面積  $ABCD$  がアップシフトでは充電領域にあり、ダウンシフトでは放電領域にある。このため5速までアップシフトして1速までダウンシフトさせると、5回分の充電を続けた後5回分の放電を続けることになり、バッテリー容量は面積  $ABCD$  の5倍が必要で、これに比べれば本方式は1/10のバッテリー容量で済むため、大きな経済効果が得られる。

#### 【0101】

図16は本発明の第2の実施形態を示す変速機の構成図である。シャフト11とシャフト25の変速ギア列は全く同じ物である。したがって符合も同じ符号にダッシュ(′)を付けたものとした。これらに従動する出力軸3、3′のギア列も全く同じ物である。出力軸3と追加した出力軸3′は異なるギア比のギア42、43によりファイナルギア44に接続してある。出力軸3′のファイナルギア比を出力軸3のファイナルギア比より大きな値に選定することにより、変速ギア13′は1.5速相当のギア比に、変速ギア14′、15′、16′はそれぞれ2.5速、3.5速、4.5速相当のギア比になる。

#### 【0102】

変速制御は図2の変速機と全く同様に行うことが出来る。

#### 【0103】

本方式によれば1.5速～4.5速の変速ギアを新設計することなく、従来の変速ギア列を2組設けるだけで良いので開発費が大幅に削減でき、新しいギア列のための工作機械を新設する必要もないのでコスト削減の効果が大きい。

#### 【0104】

なお、図2では全ての噛合いクラッチをシャフト11およびシャフト25に設けたが、出力軸を3と3′に分けたことにより全ての噛合いクラッチを入力側に

設ける必要がなくなる。例えば 1-2 速切り換え用の噛合いクラッチ 18 を出力軸 3 側に設ければ、シフトフォークの配置を無理なく設計することが出来、設計の自由度が上がる。

### 【0105】

図 17 は本発明の第 3 の実施形態を示す変速機の構成図である。本実施形態では遊星歯車 45 を用いてそのリングギアをシャフト 11 の結合歯車 46 に、サンギアをシャフト 25 の結合歯車 47 に接続し、キャリアをモータ 5 に接続してある。ファイナルギアへの結合は、第 2 の実施形態と同様に出力軸 3' のファイナルギア比を出力軸 3 のファイナルギア比より大きな値に選定してある。

### 【0106】

このようにすると、モータ 5 のトルクによりシャフト 11 とシャフト 25 は互いに逆方向に捻られる。各結合歯車のギア比を下式のように設定すると、モータ回転数はシャフト 11 と 25 の差の回転数となる。

### 【0107】

遊星歯車 45 のサンギアの歯数を  $Z_s$ 、リングギアの歯数を  $Z_r$  とすれば、一般的に遊星歯車のキャリア回転数  $N_c$  は (式 10) で表される。

$$N_c = N_s * Z_s / (Z_s + Z_r) + N_r * Z_r / (Z_s + Z_r) \dots (式 10)$$

リングギアと結合歯車 46 の結合比を  $(-k_1)$  とすると  $N_r = -k_1 N_1$  である。サンギアと結合歯車 47 の結合比を  $(Z_r / Z_s) k_1$  に設定すると  $N_s = (Z_r / Z_s) k_1 N_2$  である。キャリアは  $- \{ Z_r / (Z_s + Z_r) \} k_1$  倍の減速比でモータと反転結合させると  $N_c = -N_m * Z_r / (Z_s + Z_r) k_1$  である。これらの関係を (式 10) に代入すると

$$\begin{aligned} -N_m * Z_r / (Z_s + Z_r) k_1 &= N_2 * Z_r / (Z_s + Z_r) k_1 \\ -N_1 * Z_r / (Z_s + Z_r) k_1 &\dots (式 11) \end{aligned}$$

したがって  $N_m = N_1 - N_2$  となり、モータ回転数がシャフト 11 と 25 の差の回転数となる様に接続されたことになるから、動作としては図 2 と全く等価である。

### 【0108】

本方式によればモータ 5 は、ロータとステータの両方が回転する必要がないの

で構造が簡単になり、かつ回転部への給電を行う必要がないのでスリップリングが不要になって、経済的效果が大きい。

#### 【0109】

なお、ファイナルギアへの結合を、出力軸3と同じギア比のギア42'によりファイナルギア44に接続し、その分サンギアと結合歯車47の結合比を $(Z_r / Z_s) k_1$ より大きくしても、図2と全く等価の動作特性が得られる。本方式によれば変速ギア列として全く同じものを二組用いるので、開発費が大幅に削減できるだけでなく、量産効果も得られてコストダウン効果が大きい。

#### 【0110】

図18は本発明の第4の実施形態を示す変速機の動作説明図である。従来の自動変速機はギアの切替時間を出来るだけ短く制御するので、例えば2速から3速にかけて走行する場合、破線で示すように2速で $t_2$ 時間走行したのち、短い変速時間 $t_s$ で3速に変速していた。本実施形態では実線で示すように、2速の走行時間 $t_2$ を短くし変速時間 $t_s$ を長くするものである。

#### 【0111】

このように制御するとレシオの変化が全体として双曲線に近付くので、運転し易い駆動力特性が得られると共に、無段変速を行うことになるので変速ショックのない滑らかな変速特性が得られる。

#### 【0112】

図19は本発明の第5の実施形態を示す変速機の動作説明図である。図18と異なるのは変速時間 $t_2$ におけるレシオの変化特性を変えたことである。例えば2速から3速にかけて走行する場合、短時間 $t_2$ で2速走行するとすぐ2.5速ギア28を用いてモータ5でレシオを制御しながら走行する。このとき図17のように徐々に3速レシオに向かって変化させるのではなく、一気に2.5速のレシオとして走行し、車速が3速に見合うまで上昇したら一気に3速相当のレシオに変化させて、3速ギア14を結合するものである。

#### 【0113】

このように制御すると殆どの時間を中間段ギアで走行することになり、レシオの変化は破線で示す従来の自動変速機と変わらないが、次のような利点がある。

**【0114】**

丁度ぴったりの中間段レシオで走行中はモータ回転数はゼロであり、モータはエンジントルクを伝達するものの力行でも回生でもない状態になり、バッテリー電流は流れない。中間段レシオより大きなレシオに制御すると回生状態になってバッテリーを充電し、中間段レシオより小さなレシオに制御すると力行状態になってバッテリーから電流を取り出す。したがってバッテリー制御が容易であり、バッテリー状態を良好に管理制御しながら走行できると共に、常に中間段にあるのでアップシフト側にもダウンシフト側にもすばやく移行できて、変速応答性が格段に向上する。

**【0115】****【発明の効果】**

本発明の方法によれば、0.5 速刻みの中間段ギアを設けることにより、コストの高いモータの容量を約半分に低減することが出来るので、大きな経済的効果が得られる。

**【0116】**

従来の変速機では不可能であったパワーオン状態での飛び越し変速を可能にするので、運転性が向上する。

**【0117】**

1 回の変速ごとに充放電が完結するので、バッテリー容量を小さく設計できて経済的効果が大きい。

**【0118】**

クラッチが必要ないので不安定な摩擦制御がなくなり、制御性運転性が大幅に向上すると共に、大きな経済的効果が得られる。

**【0119】**

出力ギア列を共通とせず別個の軸を設けるならば、全く同じ変速ギアセットを二組用いて本方式を構成できるので、開発費を大幅に低減できる。

**【0120】**

変速時間を積極的に長くして殆どの時間をモータで制御すると、連続的な変速比が得られて運転性の向上を図ることが出来る。また中間段付近の変速比で走行

するとバッテリーの充放電制御を容易にすると共に、次段への変速にすばやく対応できるので応答性を向上することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明になる変速機を搭載した自動車の構成を示す概念図。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態における変速機構成を示す構造図。

【図 3】

本発明に用いるモータ制御の構成を示すブロック図。

【図 4】

図 3 のモータ制御におけるモータの動作点の変化を示すモータ特性図。

【図 5】

本発明になるモータ変速制御システムの 1→2 アップシフト時のソフト構成を示すフローチャート。

【図 6】

図 5 の変速制御システムにおいて、パワーオンアップシフトする場合のトルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を示す説明図。

【図 7】

図 5 の変速制御システムにおいて、パワーオンアップシフトする場合のトルクと回転数の変化を示すタイムチャート。

【図 8】

図 5 の変速制御システムにおいて、足離しアップシフトする場合のトルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を示す説明図。

【図 9】

図 5 の変速制御システムにおいて、足離しアップシフト場合のトルクと回転数の変化を示すタイムチャート。

【図 10】

本発明になるモータ変速制御システムの 2→1 ダウンシフト時のソフト構成を示すフローチャート。

**【図 1 1】**

図 1 0 の変速制御システムにおいて、踏み込みダウンシフトする場合のトルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を示す説明図。

**【図 1 2】**

図 1 0 の変速制御システムにおいて、踏み込みダウンシフトする場合のトルクと回転数の変化を示すタイムチャート。

**【図 1 3】**

図 1 0 の変速制御システムにおいて、コーストダウンシフトする場合のトルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を示す説明図。

**【図 1 4】**

図 1 0 の変速制御システムにおいて、コーストダウンシフトする場合のトルクと回転数の変化を示すタイムチャート。

**【図 1 5】**

図 1 0 の変速制御システムにおいて、4 → 2 飛び越し変速する場合のトルク伝達経路の変化と噛合いクラッチ動作の状況を示す説明図。

**【図 1 6】**

本発明の第 2 の実施形態における変速機の構成を示す原理モデル。

**【図 1 7】**

本発明の第 3 の実施形態における変速機の構成を示す原理モデル。

**【図 1 8】**

本発明の第 4 の実施形態における、レシオの変化を示す特性図。

**【図 1 9】**

本発明の第 5 の実施形態における、レシオの変化を示す特性図。

**【符号の説明】**

1…エンジン、2…変速機、3…出力軸、4…タイヤ、5…モータ、6…バッテリー、7…モータ制御装置、8…変速制御装置、9…エンジン制御装置、10…電子制御スロットル弁、11, 25…シャフト、12…1速ギア、13…2速ギア、14…3速ギア、15…4速ギア、16…5速ギア、17, 31…後退ギア、18, 19, 20, 32, 33, 34…噛合いクラッチ、21, 22, 23,

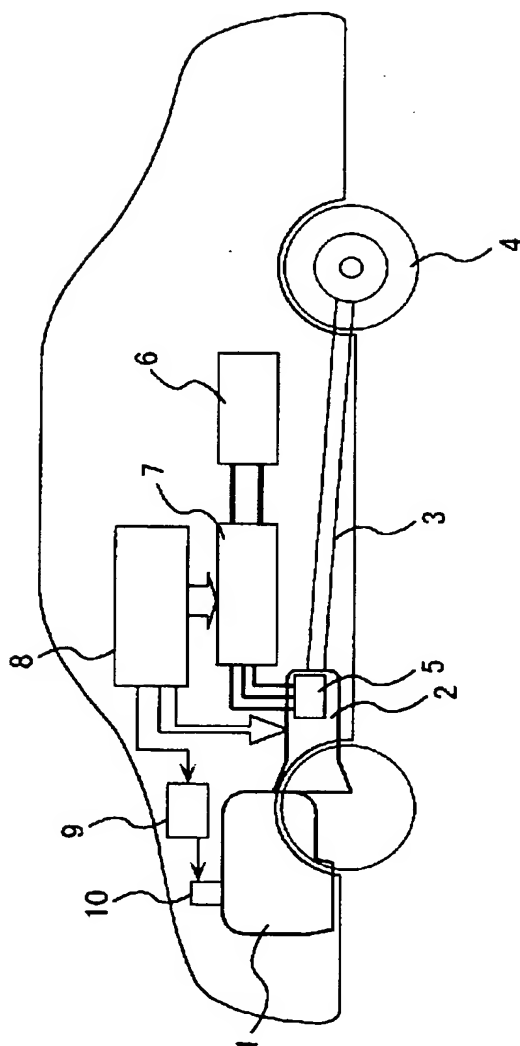


35, 36, 37…シフトアクチュエータ、26…0.5 速ギア、27…1.5 速ギア、28…2.5 速ギア、29…3.5 速ギア、30…4.5 速ギア、38…インバータ制御装置、39…高速スイッチング素子、40…電流センサ、41…角度検出用位置センサ、42, 43…ファイナルギア接続ギア、44…ファイナルギア、45…遊星歯車、46…シャフト11の結合歯車、47…シャフト25の結合歯車。

【書類名】 図面

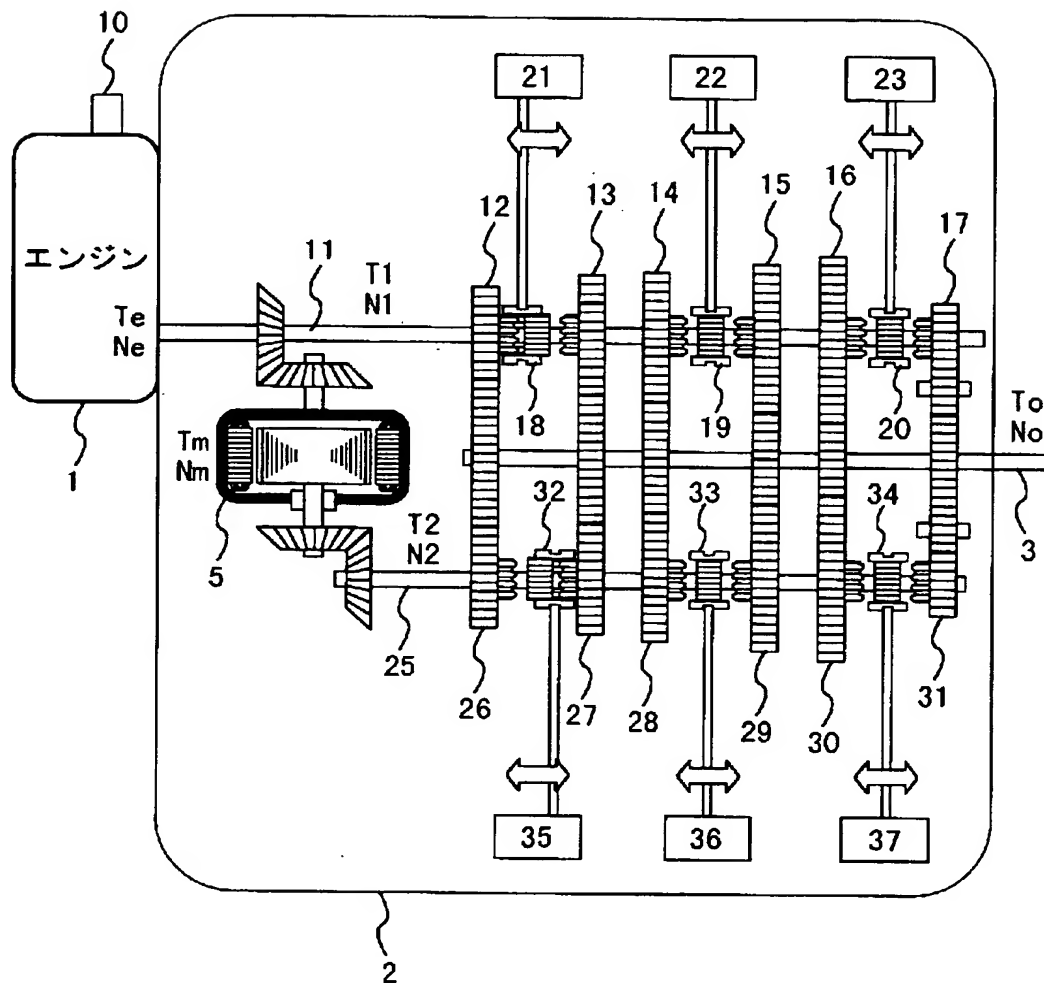
【図 1】

図 1



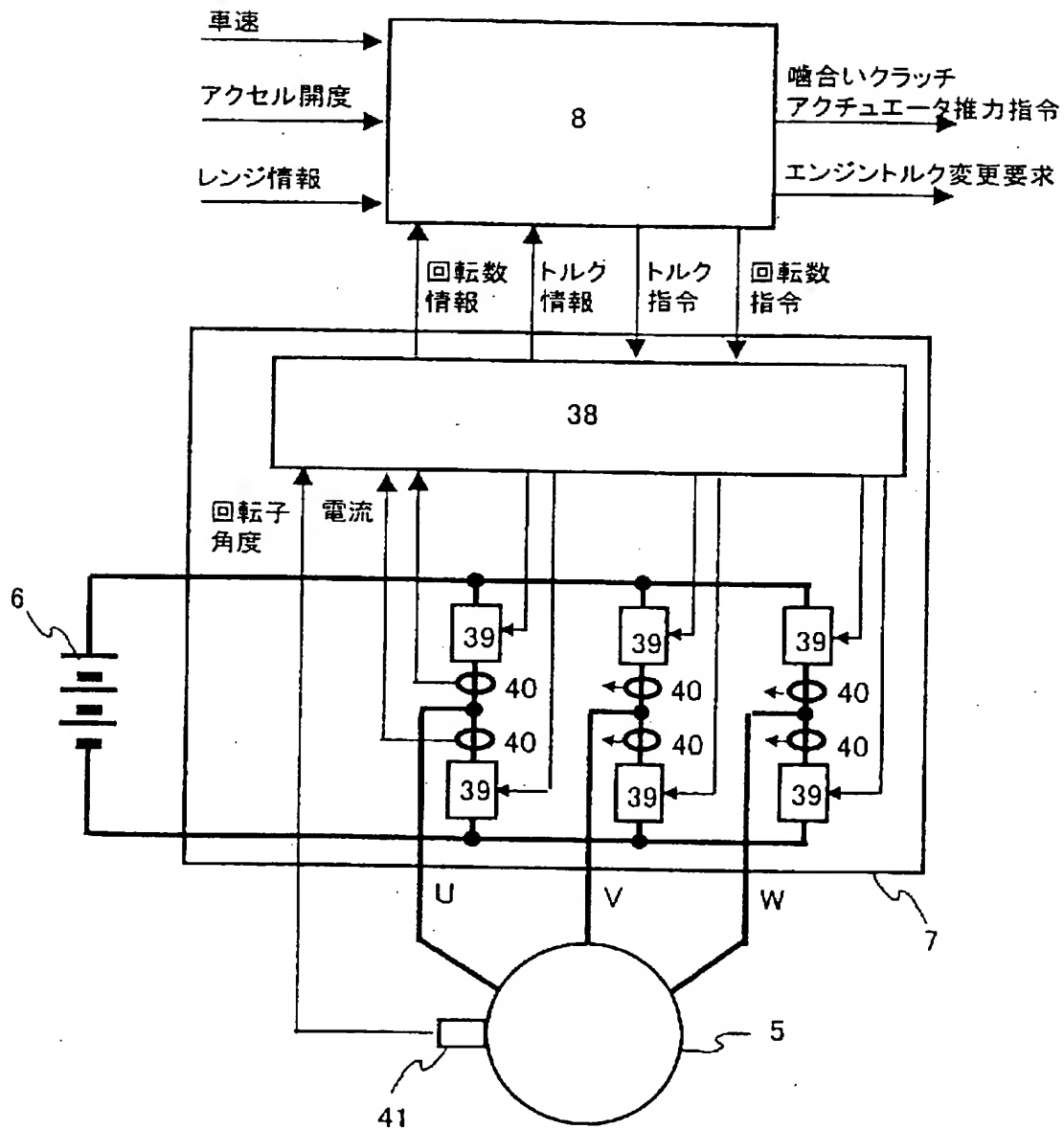
【図 2】

図 2



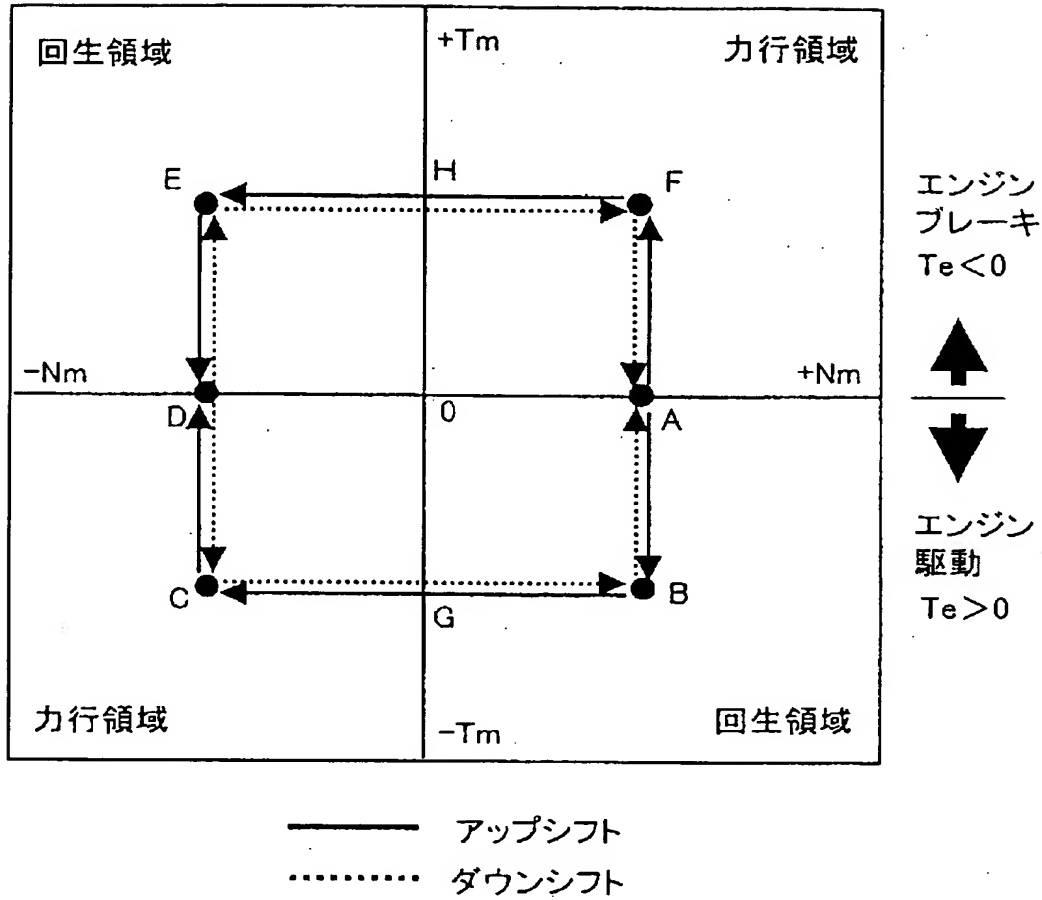
【図 3】

図 3



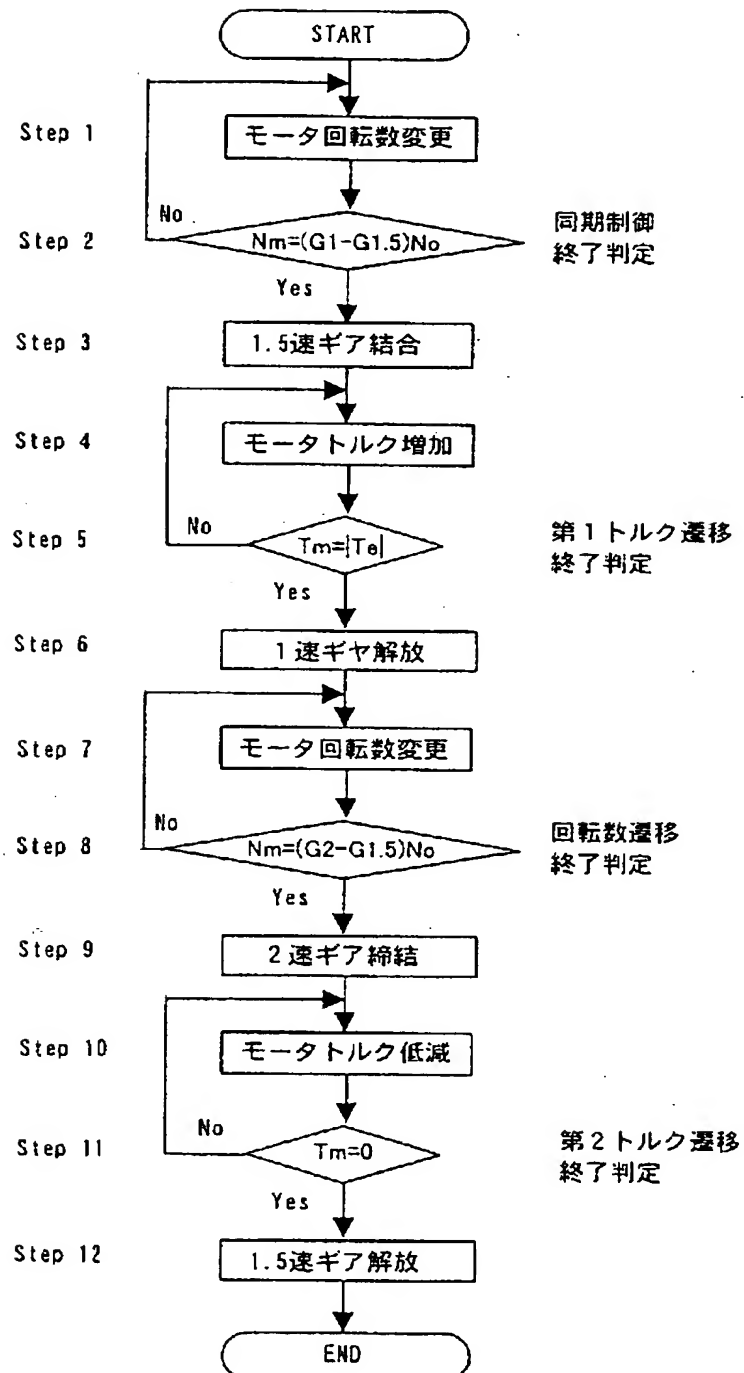
【図 4】

図 4



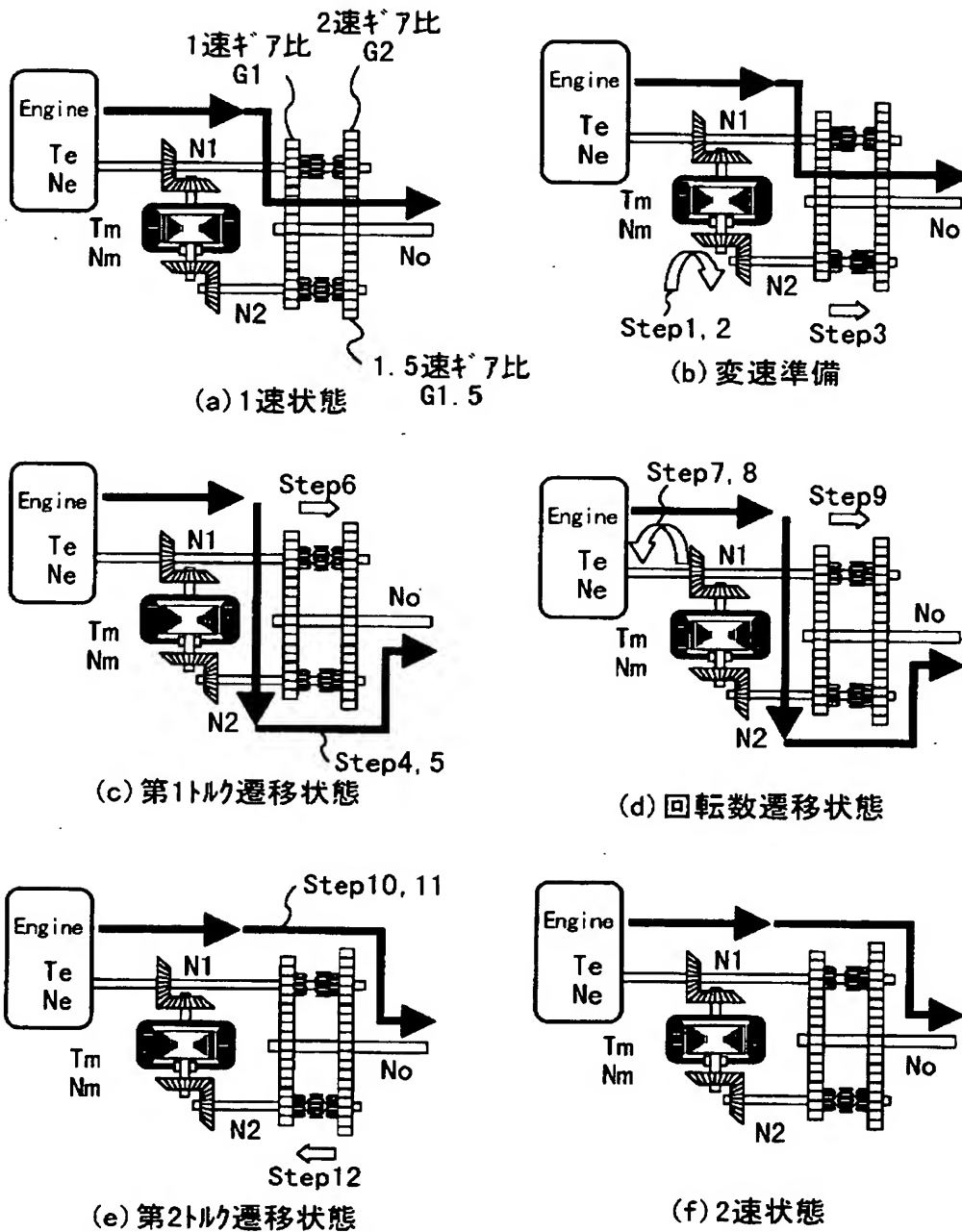
【図 5】

図 5



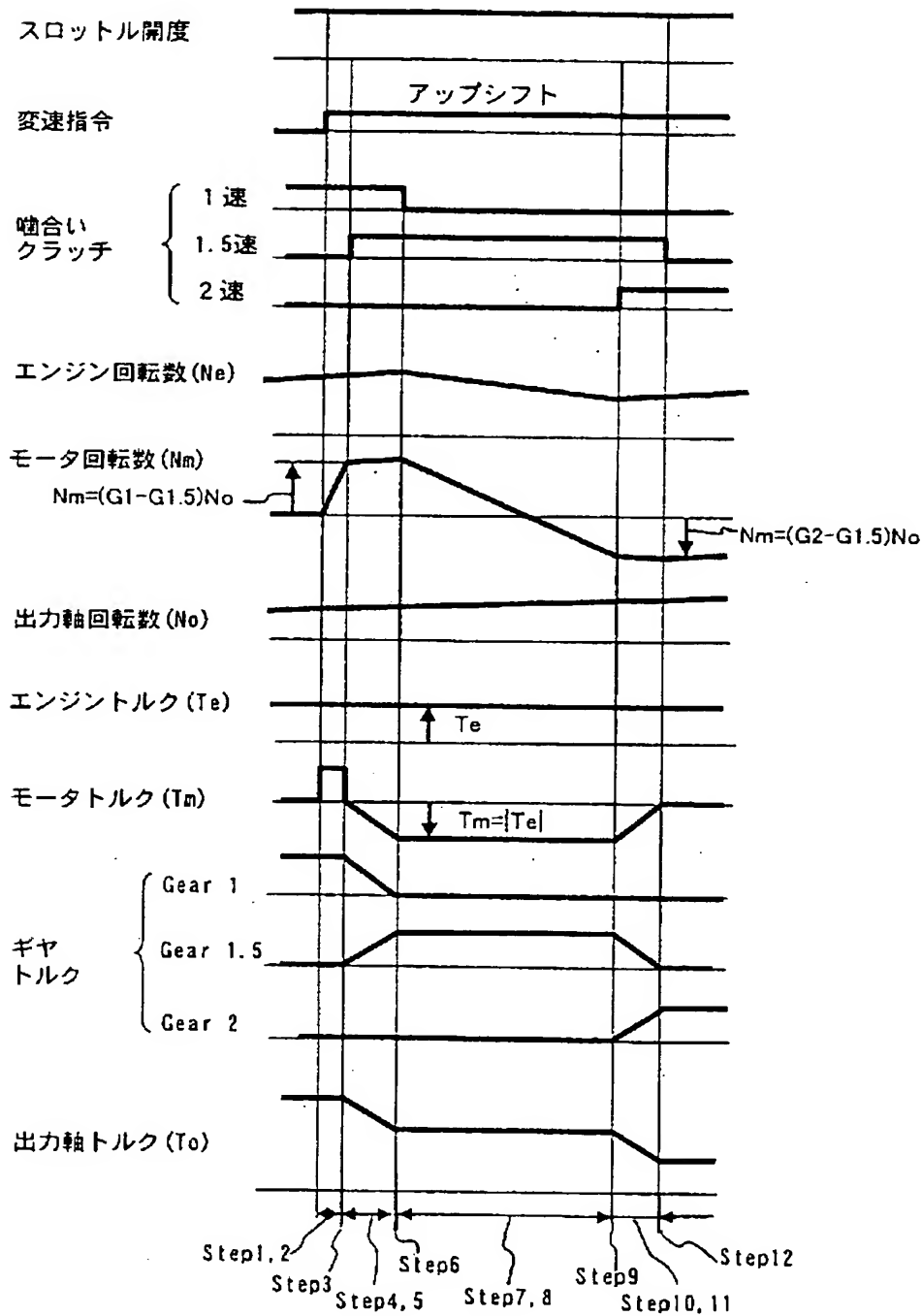
【図 6】

図 6



【図 7】

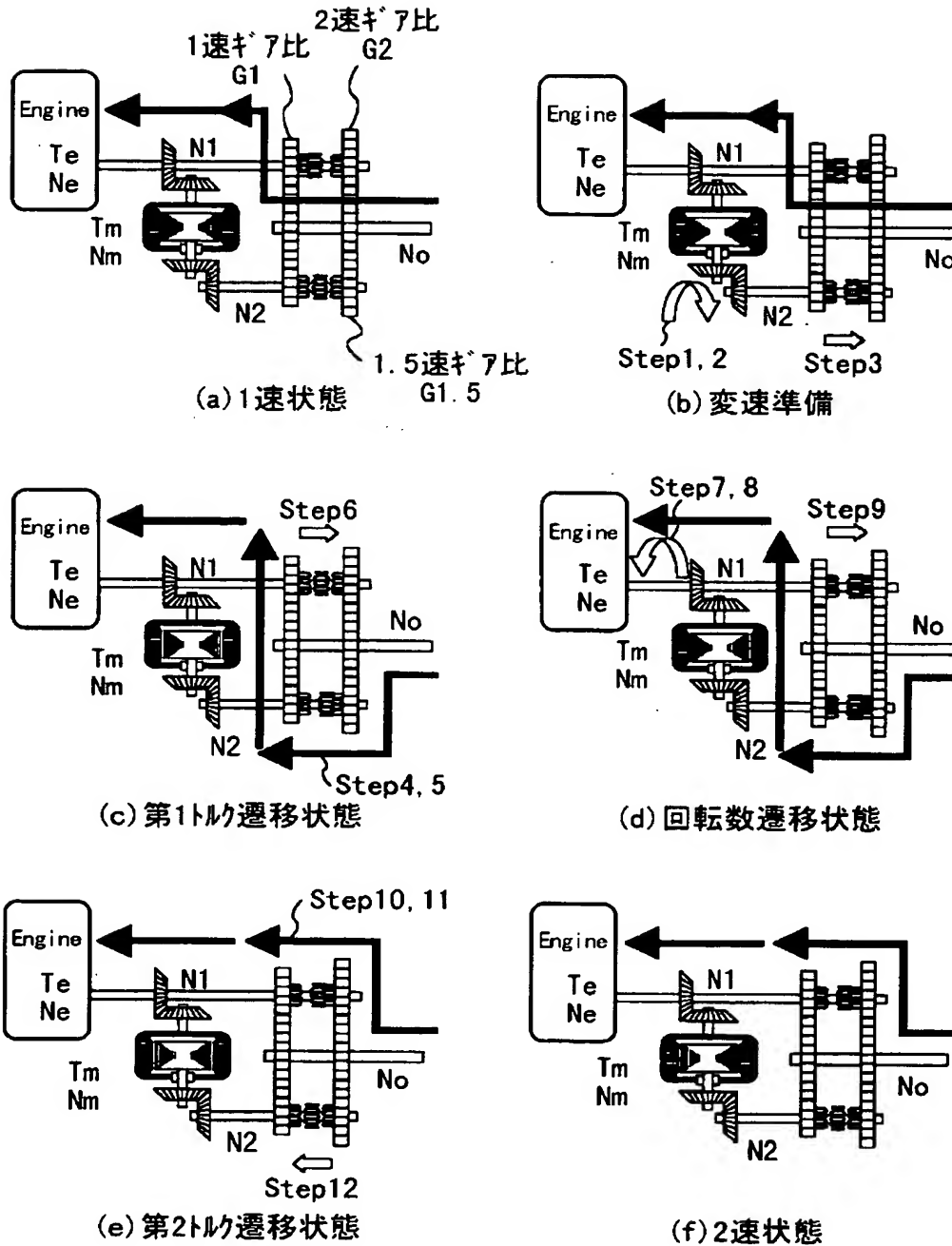
図 7





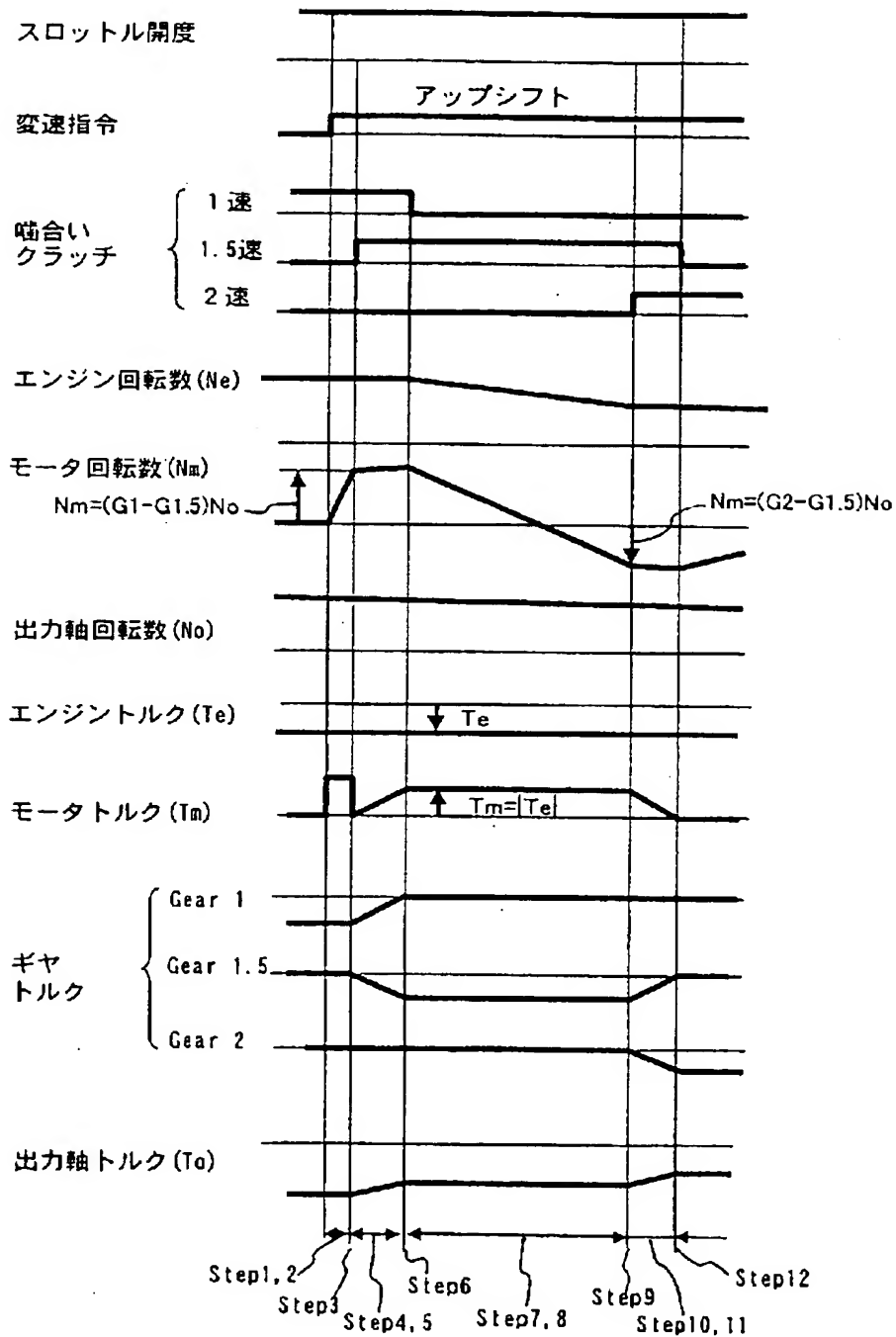
【図 8】

図 8

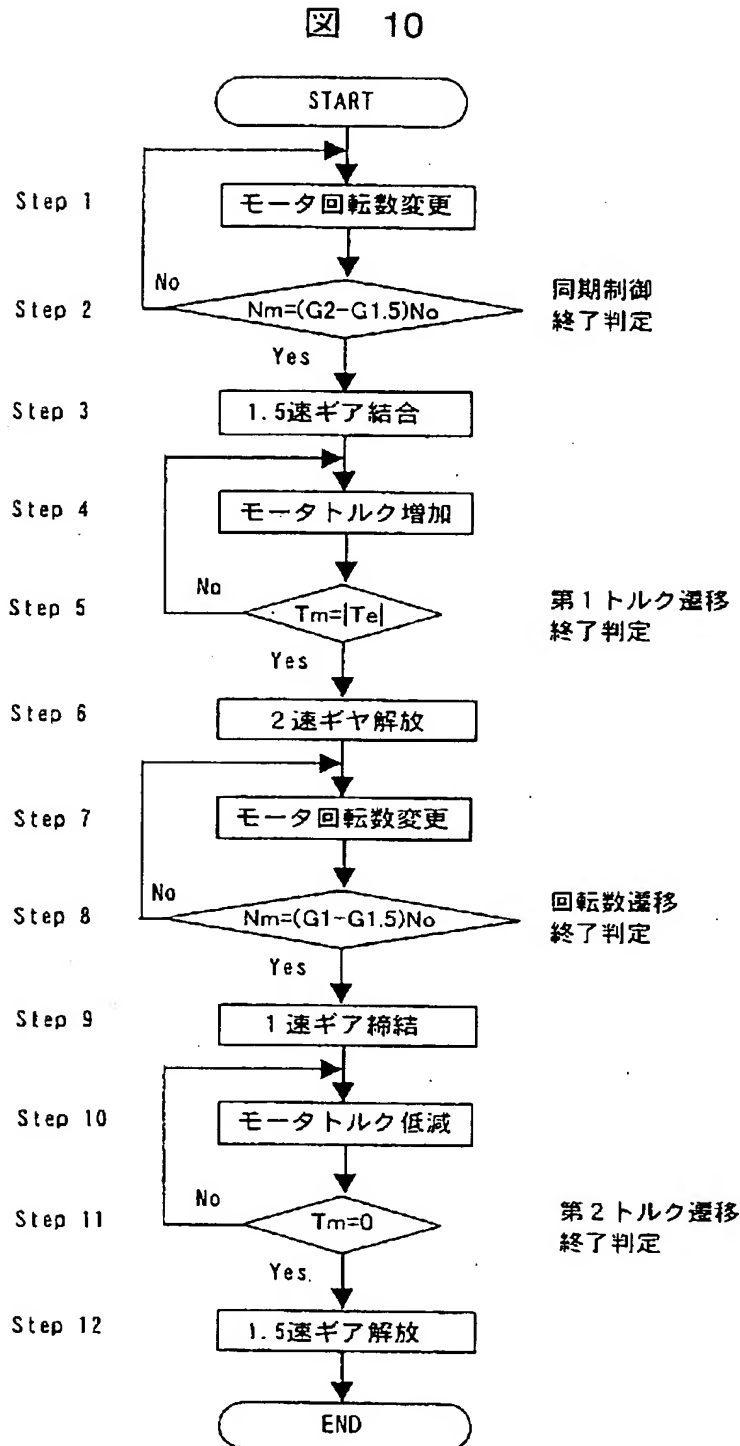


【図 9】

図 9

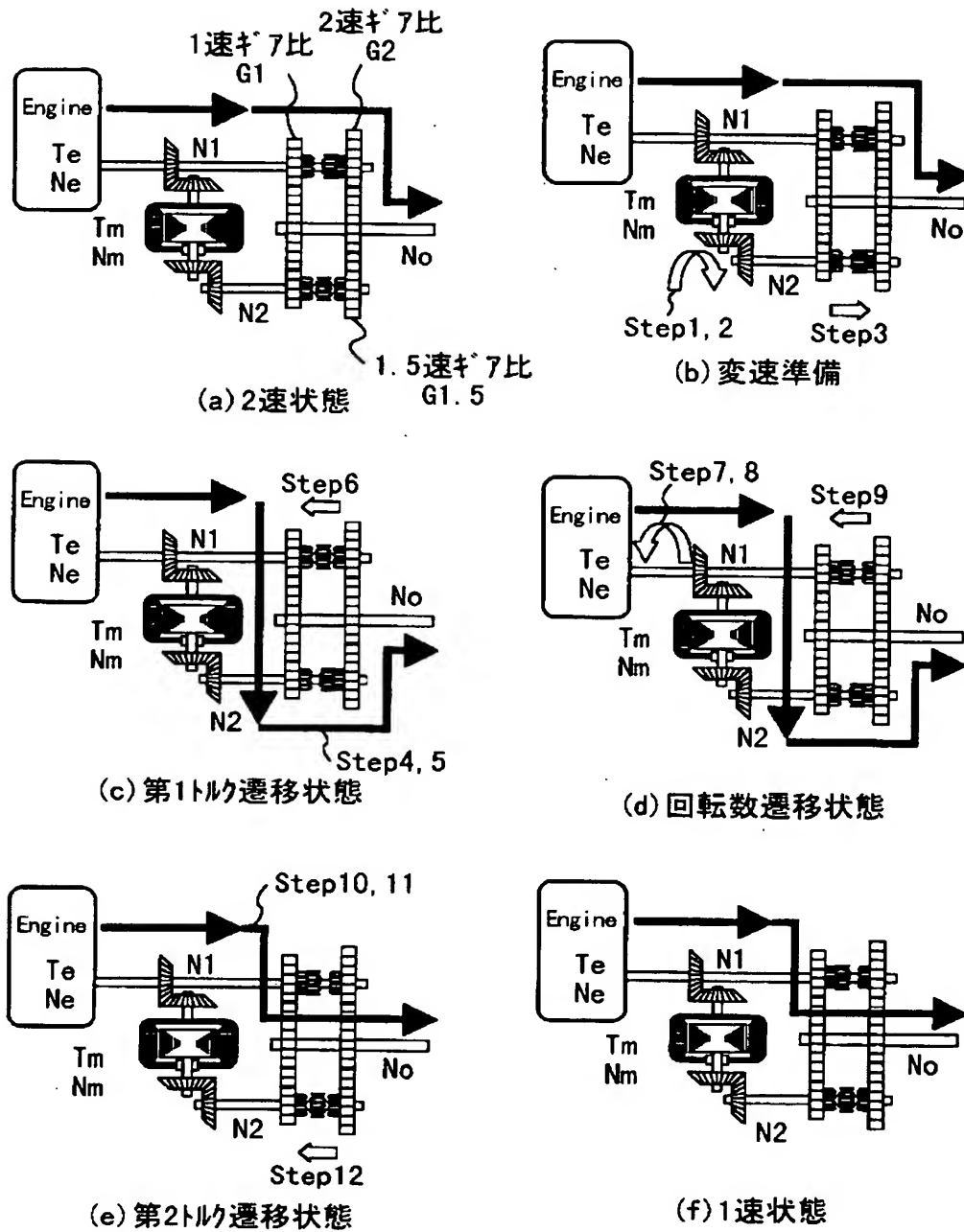


【図 10】



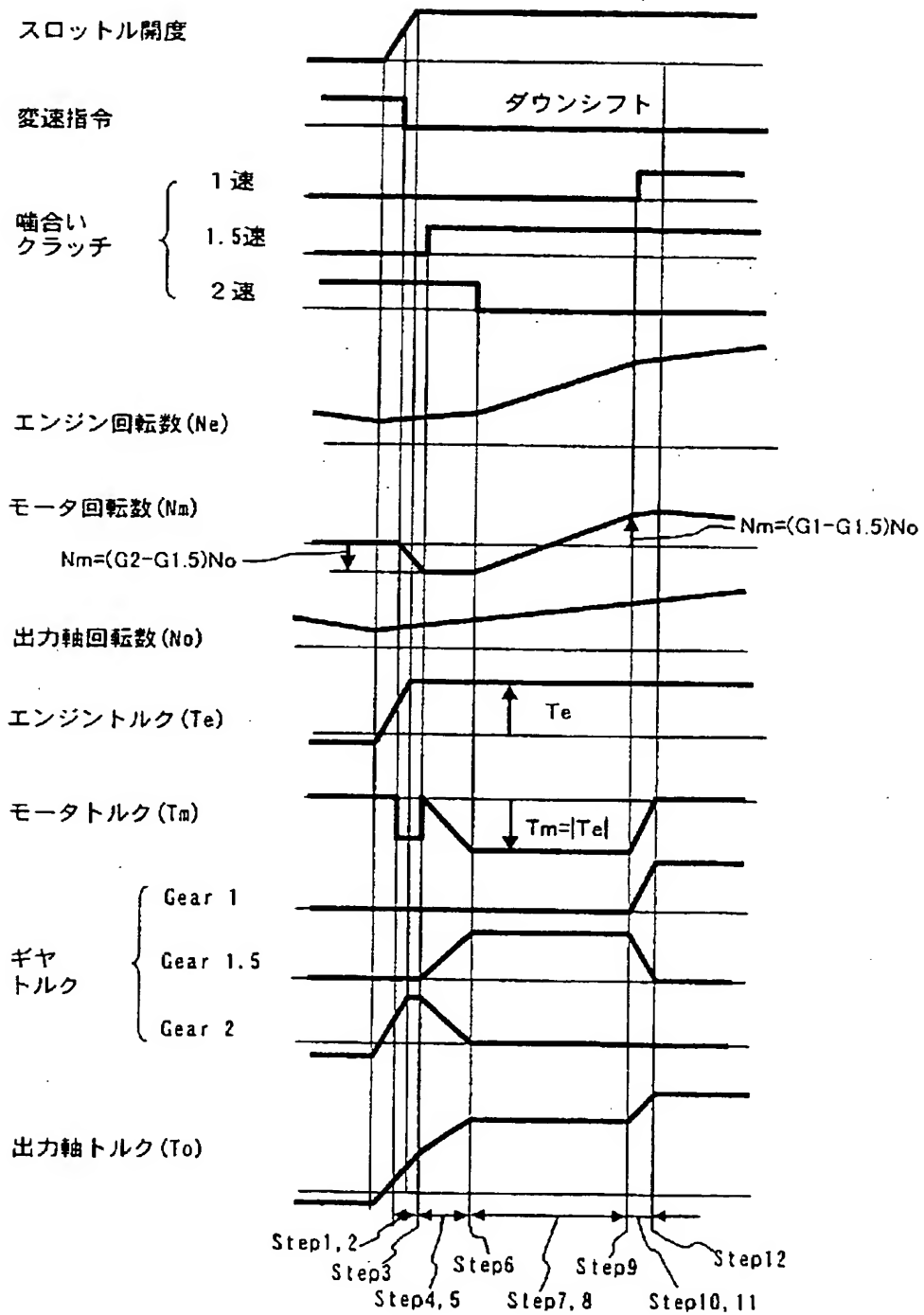
【図 11】

図 11



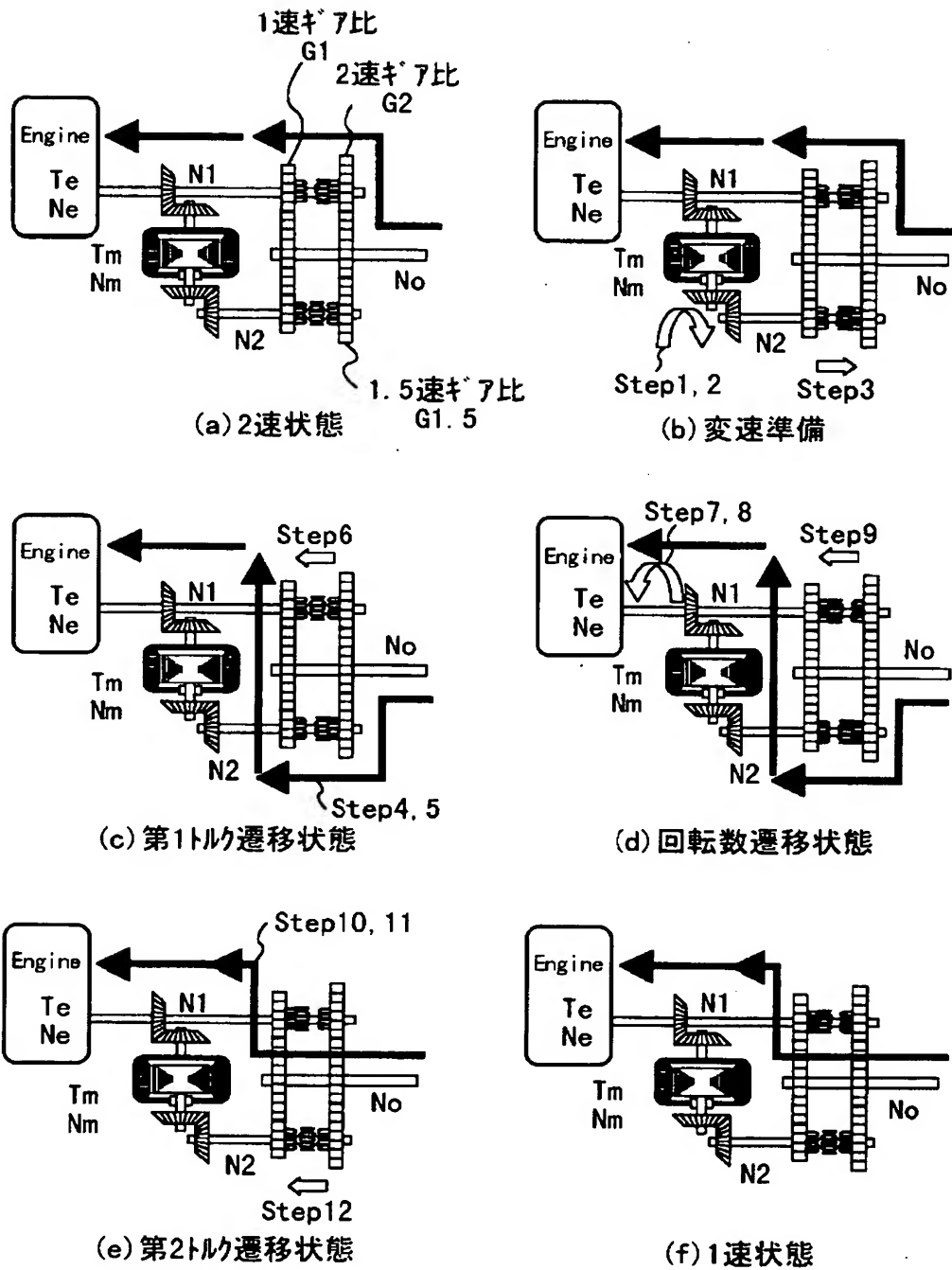
【図 12】

図 12

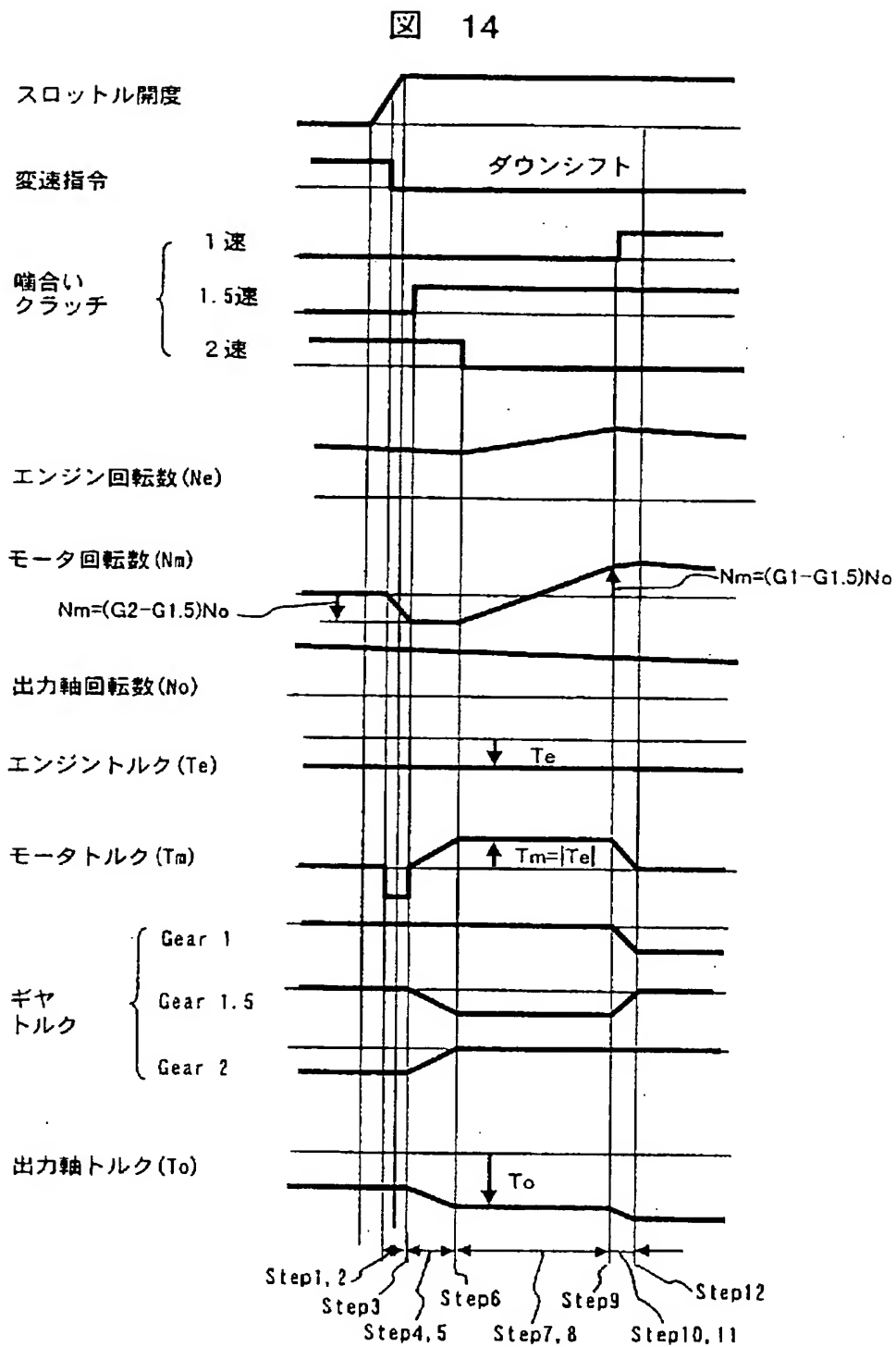


【図 13】

図 13

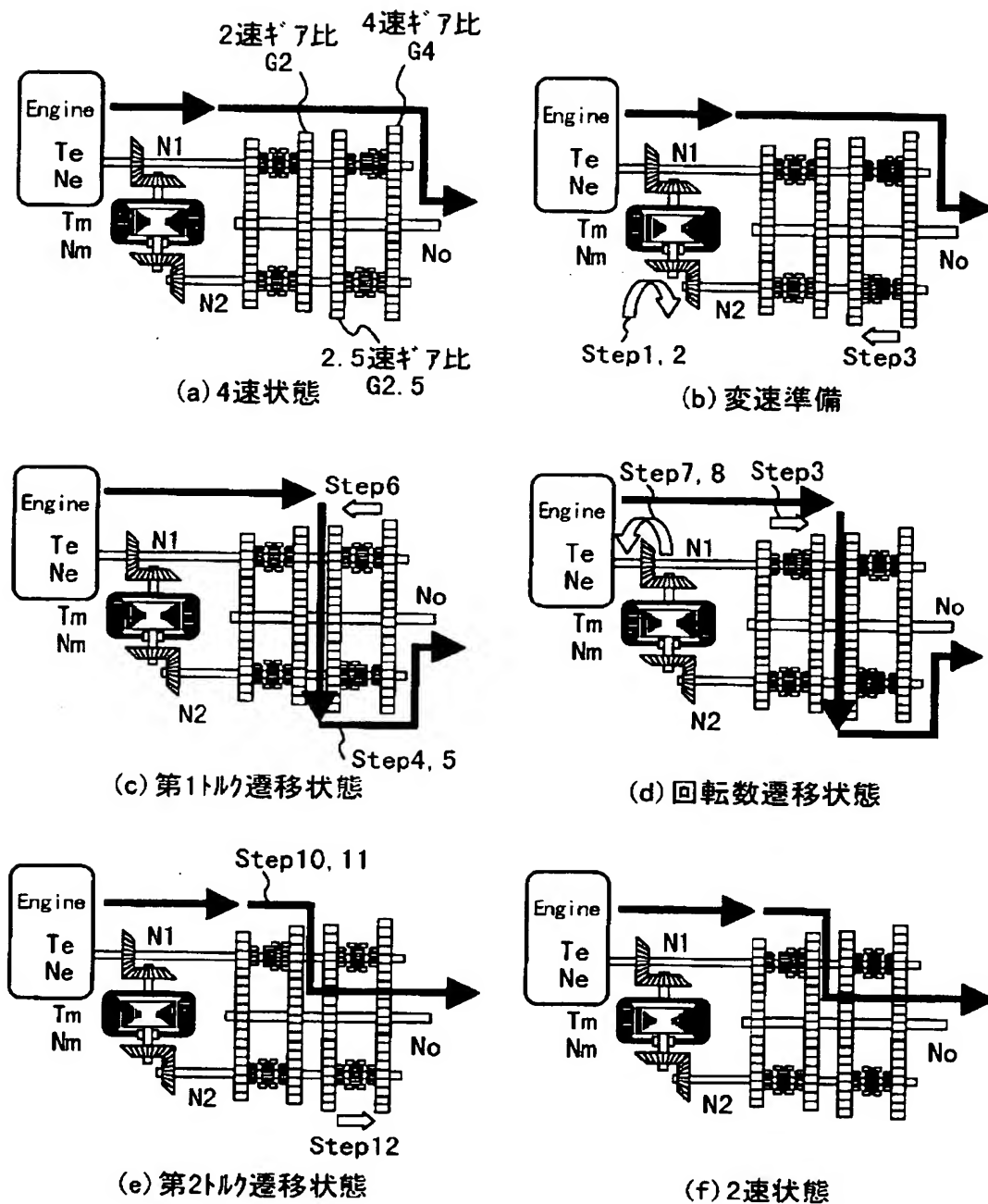


【図 14】



【図 15】

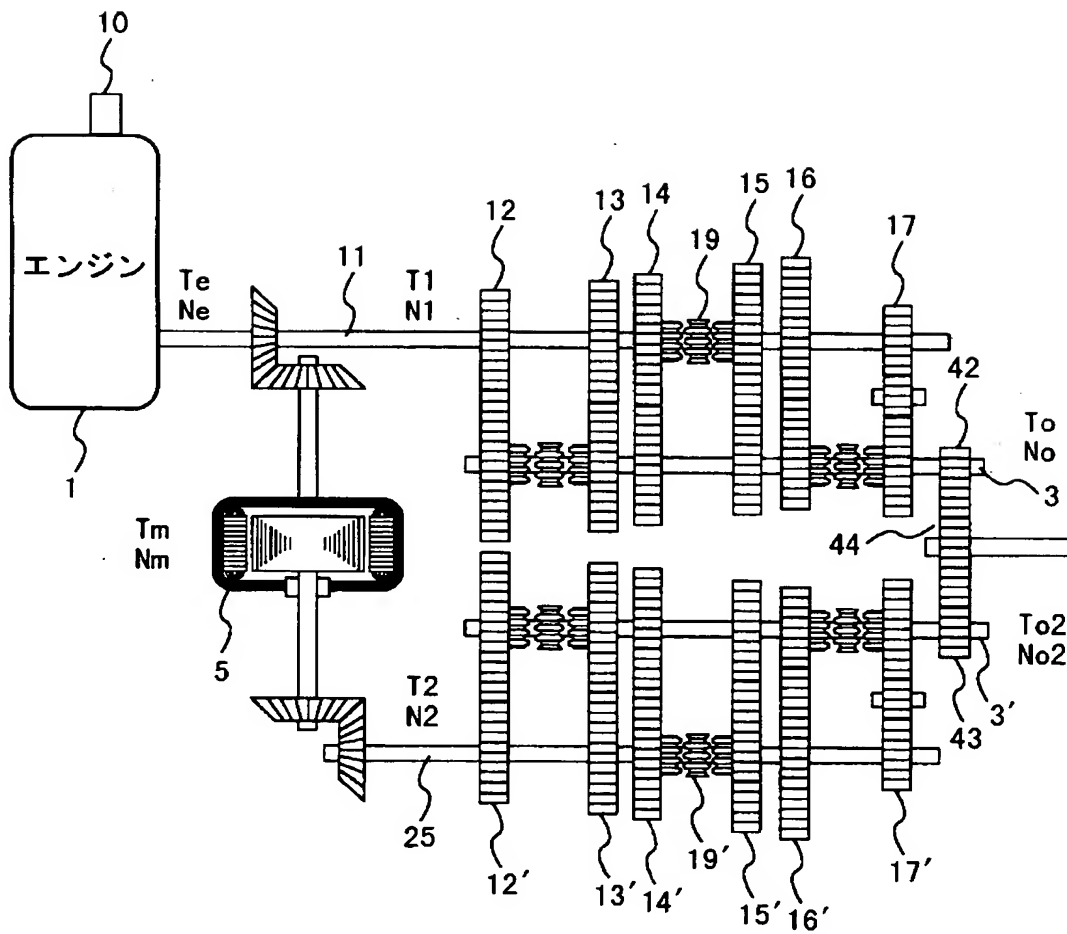
図 15





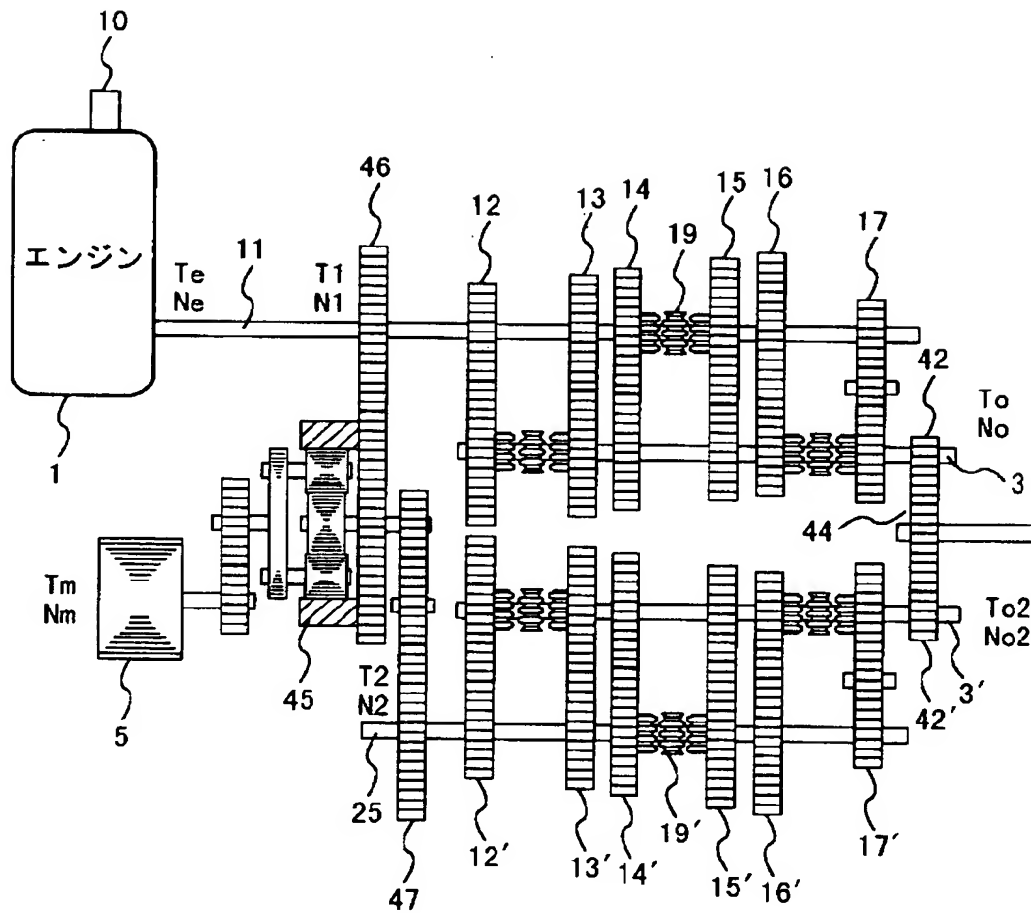
【図 16】

図 16



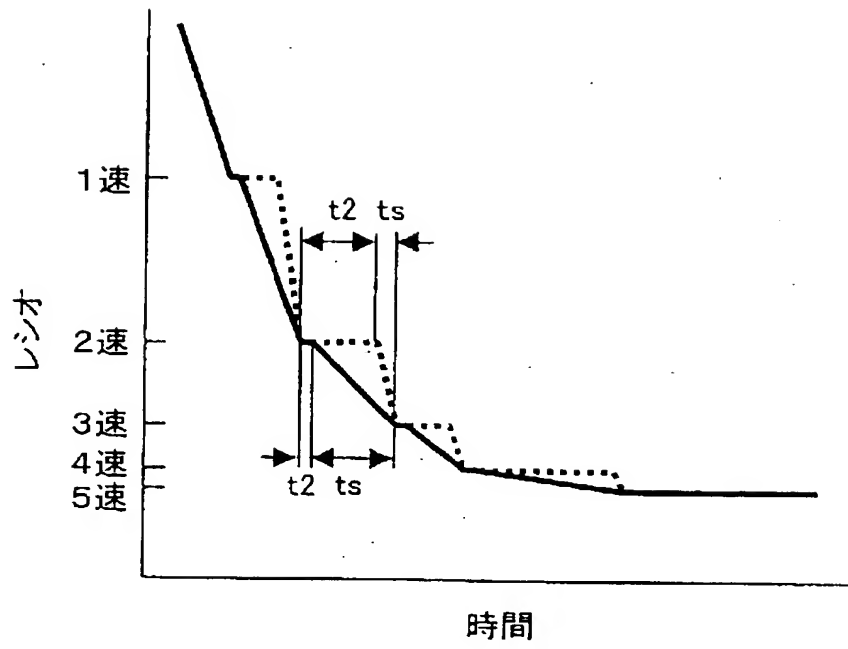
【図 17】

図 17



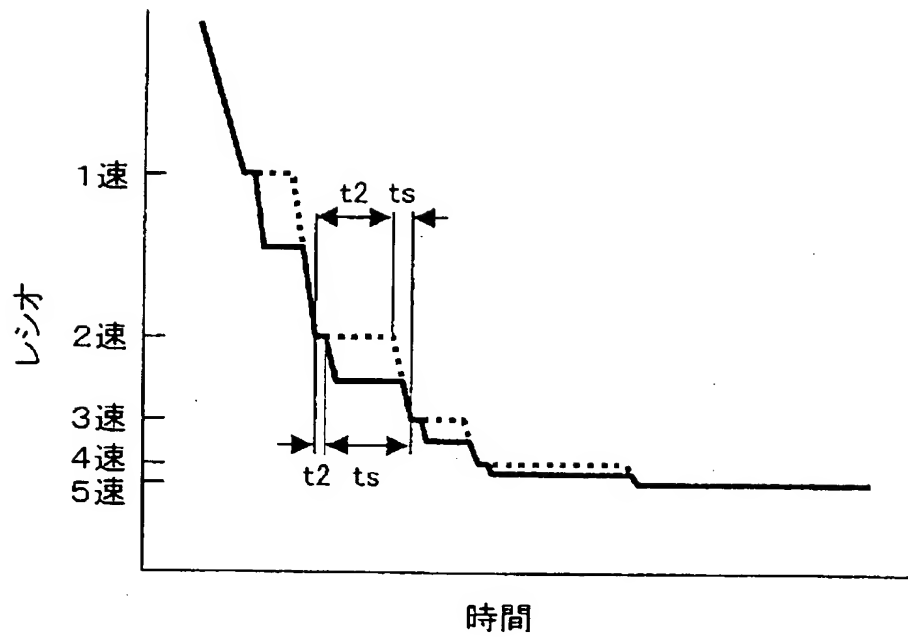
【図 18】

図 18



【図 19】

図 19



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

変速機にモータを内蔵させてトルクと回転数を制御し、クラッチを用いることなく滑らかで効率的な変速制御を実現する自動変速機を提供する。

【解決手段】

二組の変速ギア列を有する平行軸式変速機の第1のギア列入力軸をエンジンに接続し、第2のギア列入力軸をモータを介してエンジンに接続し、第1のギア列のトルクをモータにより一時的に第2のギア列に移し、その間に第1のギア列のギアを切り換える。第2のギア列のギア比を第1のギア列のギア比の中間段とすることで、モータ容量とバッテリー容量を小さくでき、クラッチが不要であるので、経済的な変速装置が得られる。また、モータによるアクティブ変速を行うことで、アップシフト・ダウンシフト共にトルク遷移変速を可能にする。また従来不可能であった飛び越し変速が可能になり、さらに連続的なレシオが得られるので運転性が向上する。

【選択図】 図2

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 5 6 1 2 4
受付番号	5 0 2 0 1 8 5 5 3 5 4
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 1 2 月 1 0 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

【提出日】	平成14年12月 9日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 5 6 1 2 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所

特願 2 0 0 2 - 3 5 6 1 2 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 2 9 9 9 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 5 年 8 月 2 4 日

名称変更

住所変更

住 所  
氏 名

茨城県ひたちなか市高場 2 4 7 7 番地  
株式会社日立カーエンジニアリング